

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра "Процеси та обладнання хімічних
і нафтопереробних виробництв"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри

підпис, дата

Кваліфікаційна робота бакалавра

зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"
освітня програма "Обладнання нафто- та газопереробних
виробництв "

Тема роботи: Установка підготовки нафти. Розробити
трифазний горизонтальний сепаратор типу Heater-Treater

Виконав:
студент групи ХМ-61-8

Голохвост Олександр Олександрович



підпис

Залікова книжка

№ _____

Кваліфікаційна робота бакалавра
захищена на засіданні ЕК

з оцінкою _____

" ____ " _____ 20 ____ р.

Підпис голови
(заступника голови) комісії

Керівник:
проф., канд. техн. наук,

Ляпощенко О.О.

підпис, дата

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв

Спеціальність 133 "Галузеве машинобудування"
Освітня програма " Обладнання нафто- та газопереробних виробництв "

Курс 4 Група ХМ-61-8 Семестр 8

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студент Голохвост Олександр Олександрович

1 Тема проекту: Установка підготовки нафти. Розробити трифазний горизонтальний сепаратор типу Heater-Treater

2 Вихідні дані: Розробити трифазний горизонтальний сепаратор типу Heater-Treater. Витрата: сирової нафти 130 т/годину; газу при розгадуванні нафти 700 нм³/годину.. Вміст води в нафті : на вході 20÷90%; на виході з апарату 0,5%. Тиск робочий 0,4МПа. Температура від 15°С до 50°С.

3 Перелік обов'язкового графічного матеріалу (аркуші А1):

1. Технологічна схема установка підготовки нафти – 0,5 арк.
2. Складальне креслення апарату – 1,0 арк.
3. Складальні креслення вузлів – 1,5 арк.

4 Рекомендована література: 1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра / укладачі: Р. О. Острога, М. С. Скиданенко, Я. Е. Михайловський, А. В. Іванія. – Суми : СумДУ, 2019. – 32 с.; 2. Иоффе И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии / И.Л. Иоффе. – Л. : Химия, 1991. – 352 с.

5 Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

Етапи та розділи проектування	ТИЖНІ				
	1	2,3	4,5	6,7	8
1 Вступна частина	х				
2 Технологічна частина		хх			
3 Проектно-конструкторська частина			хх		
4 Розробка креслень				хх	
5 Оформлення записки					х
6 Захист роботи					х

6 Дата видачі завдання

жовтень 2019 р.

Керівник

проф. Ляпощекно О.О.

підпис

Реферат

Пояснювальна записка: 53с., 13 рис., 6 табл., 2 додатка, 27 джерела.

Графічні матеріали: технологічна схема установки, складальне креслення апарата, складальні одиниці, робоче креслення деталі – разом 4 аркуша формат А1

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра «Установка підготовки нафти. Розробити трифазний горизонтальний сепаратор типу Heater-Treater»

Неведені теоретичні основи роботи установки та апарату, наведена конструкція апарату. Виконані розрахунки матеріального та теплового балансу, технологічні розрахунки процесу, конструктивні розрахунки апарату, його розміри та гідравлічний опір. Обґрунтований вибір матеріалів і вибране допоміжне обладнання.

Розрахунки на міцність і герметичність показали надійність спроектованого апарату.

Ключові слова: УСТАНОВКА ПІДГОТОВКИ НАФТИ, ТРИФАЗНИЙ СЕПАРАТОР, НАФТОГАЗОВИЙ РОЗДІЛЮВАЧ, HEATER-TREATER.

Зміст

Вступ	С. 3
1 Технологічна частина	4
1.1 Опис технологічної схеми виробництва	4
1.2 Теоретичні основи процесу	5
1.3 Опис об'єкта розроблення та вибір конструкційних матеріалів	5
2 Технологічні розрахунки процесу і апарата	9
2.1 Матеріальний та тепловий баланс	9
2.2 Технологічні розрахунки	14
2.3 Конструктивні розрахунки	17
2.4 Гідравлічний опір апарата	34
2.5 Вибір допоміжного обладнання	35
3 Розрахунки апарата на міцність та герметичність	37
3.1 Визначення товщини стінки апарата	37
3.2 Розрахунок фланцевого з'єднання	40
3.3 Розрахунок опори апарата	40
4 Монтаж та ремонт апарата	45
4.1 Монтаж апарата	45
4.2 Ремонт апарата	46
5 Охорона праці	48
Література	52
Додатки	

Перв. примен.	
Справ. №	

Підп. и дата	
Інв. № діляк.	
Взам. інв. №	
Підп. и дата	

Інв. № подл.	
Ізм. Лист	
Разрад.	
Пров.	
Н.контр.	
Утв.	

<i>ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ</i>					
<i>Ізм. Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		
<i>Разрад.</i>	<i>Голохвост</i>	<i>Спок</i>			
<i>Пров.</i>	<i>Ляпощенко</i>				
<i>Н.контр.</i>	<i>Ляпощенко</i>				
<i>Утв.</i>					
<i>Установка</i>				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>
<i>підготовки нафти</i>				<i>Д</i>	<i>П</i>
<i>ХМ-61</i>				<i>2</i>	<i>53</i>

Вступ

Процес сепарації використовується у різних галузях: харчова промисловість, медицина, сільське господарство, гірнична промисловість, хімічна промисловість, нафтова промисловість. У гірничій промисловості очищують руди від порожньої і непотрібної породи; у харчовій розділюють бідки, жири. У хімічній промисловості і нафтовій промисловості розділюють різні емульсії, тощо.

На нафтопереробні виробництва постачається нафта з нафтових родовищ яка являє собою багатофазну і багатокомпонентну суміш непридатну для переробки. Пластова вода та солі знижують якість нафти, отже знижується якість продуктів її переробки. Зневоднення нафти є основною технологічною операцією установок стабілізації нафти. На установках стабілізації нафти окрім розділення водонафтової емульсії також проводять дегазацію нафти. Процес розділення проходить у багатофазних нафтогазових розділювачах.

Трифазний сепаратор типу «Heater-Treater» (підігрівач- деемульсатор) дозволяє провести дегазацію нафти її зневоднення та знесолення, що дозволяє зменшити площу уснановни підготовки нафти

При виконанні дипломного проєкту було розглянуто:

- корструкцію трифазного сепаратора типу «Heater-Treater»
- принцип роботи апарата
- особливості розрахунку сепаратора типу «Heater-Treater»

И№в. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	И№в. № дѣла
Подп. и дата	
	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

1 Технологічна частина

1.1 Опис технологічної схеми установки

Нафта подається в сепаратор (підігрівач-деемультатор) С-1 насосом поз. Н-1 де зневоднюється. Зневоднена нафта подається на 11-у тарілку сепараційного простору колони К-1. Попутній нафтовий газ, що виділився в апататі вирокистовується як паливо для пальників. Тепло яке виділилось при спаленні газу нагріває газорідинну суміш прискорюючи просеси дегазації та розділення емульсії. Пластова воду дренується в каналізацію.

З верху колони К-1 газова суміш (пари ШФЛВ) поступає в холодильник-конденсатор Х-1, де охолоджується і конденсується до температури 45° С. Після холодильника-конденсатора суміш потрапляє в сепаратор С-2. Конденсація ШФЛВ в холодильнику-конденсаторі Х-1 здійснюється за рахунок зворотної води, яка подається насосом поз. Н-3.

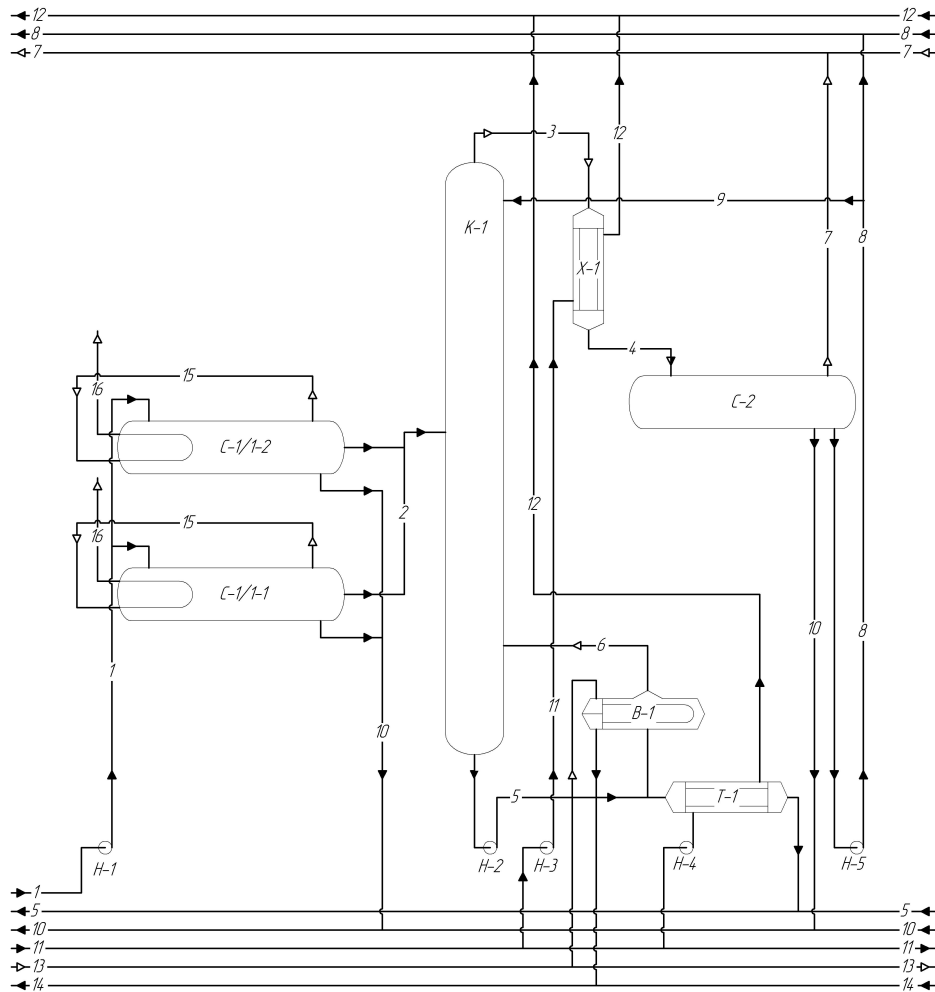


Рисунок 1.1 – Схема установки

В сепараторі С-2 проходить розділення: газ - вода - бензин. З низу сепаратора С-2 вода дренується в каналізацію, бензин відкачується в товарний парк насосом Н-5, частина бензину повертається в колону для зрошення. С верху сепаратора відводиться газ, що не сконденсувався.

Підп. и дата	
Инв. № діляк	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

Копировал

Формат А4

Лист
4

З низу колони К-1 стабільна нафта поступає в трубний простір теплообмінника Т-1 де охолоджується зворотною водою до температури не більше 40° С. Після теплообмінника Т-1 стабільна нафта поступає в товарний парк. Частина нафти поступає в міжтрубний простір випарника В-1 де вивановується. Пари повертаються в колону. Випаровування відбувається за рахунок гріючої пари, що подається в трубний простір.

1.2 Теоретичні основи процесу

Сепарація це - процес розділення не однорідних сумішей: суспензії, емульсії, твердих частинок або крапель у газі.

При процесі сепарації не змінюється хімічний склад компонентів суміші. Процес розділення можливий якщо компоненти суміші мають різницю в фізичних властивостей: густина, коефіцієнт тертя, магнітної чутливості тощо. Апарати в яких проводять процес сепарації називаються сепараторними.

У сепараторах що використовуються у хімічній та нафтовій промисловості рушійною силою процесу сепарації може бути гравітаційна чи інерційна сила через це сепаратори бувають ємнісного типу і циклони. Для підвищення ефективності процесу використовують декілька способів сепарації.

В гравітаційних сепараторах на компонент з більшою густиною або масою сила тяжіння діє сильніше, тому цей компонент буде рухатися до низу апарату де буде накопичуватися і відбиратися с апарату.

При розділенню газорідинної суміші в сепараторі відбувається дегазація. Дегазація починається з одразу як газорідинний потрапляє в апарат. На ефективність дегазації впливає швидкість з якою суміш потрапляє в апарат та висота з якої рідина спадає. При турбулентному режимі руху утворюється піна, що знижує швидкість дегазації для зменшення бульбашок треба щоб режим руху був ламінарним і невелика висота спадання рідини.

1.3 Опис об'єкта розроблення та вибір конструкційних матеріалів

Трифазний сепаратор типу «Heater-Treater» (підігрівач- деемульсатор) складається з секції підігріву з жаровими трубами 1, вузлом входу і розподіленню суміші (поличний дефлектор) 2, вертикальних секцій гідромеханічної коалесценції 3 комплексом електростатичної коалесценції 4, бризковловлювача (тумановловлювача) 5 і корпусу 6. Секція коалесценції і відстоювання відділена від секції нагріву перегородкою 7.

Нагрів відбувається пальниками 8 які встановлюються в U-подібних жарових трубах 1, з димовими трубами 9. Апарат встановлюється на силових опорах 10. На корпусі встановлюються технологічні штуцера, люки.

Підп. и дата	
Инв. № дробл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

Лист
5

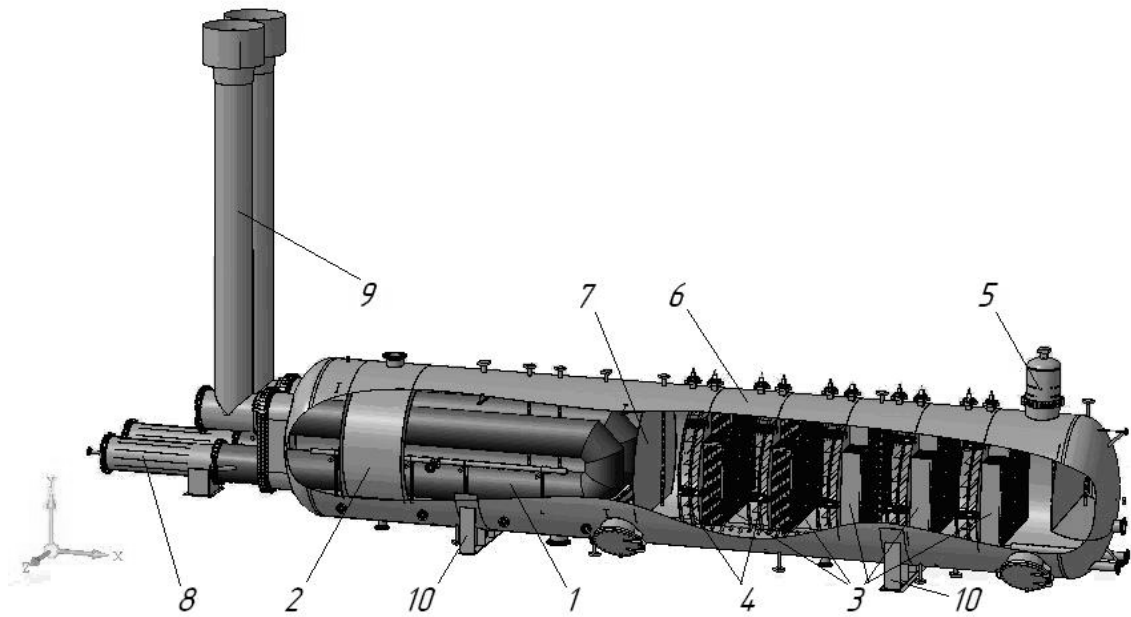


Рисунок 1.2 – Конструкція трифазного сепаратора типу «Heater-Treater»

Апарат працює наступним чином: газорідна суміш потрапляє в верхню частину апарата через вхідний штуцер. Газ накопичується в верхній частині апарата та очищується від крапель рідини під час горизонтального руху. Газ відводиться через вихідний штуцер у якому встановлена бризковловлювач для остаточної очистки газу. Частина газу відводиться в лінію подачі паливного газу.

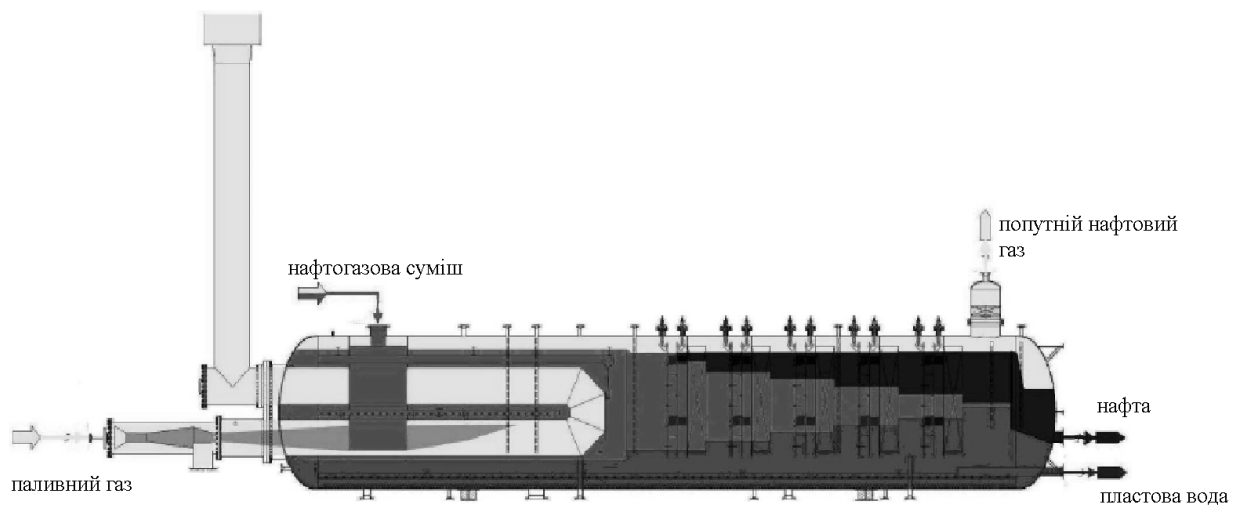


Рисунок 1.3 – Принципова схема роботи трифазного сепаратора типу «Heater-Treater»

Емульсія і вода обтікають вхідний відбивач, рухається вниз між стінкою і відбивачем потрапляє під жарові труби. Через різну густини рідин вода накопичується на дні апарата а емульсія піднімається обтікаючи жарові труби. Жарові труби слугують для нагрівання емульсії. Нагрів емульсії приводить до зниженню в'язкості і прискоренню відстою води.

Нагрів проходить за рахунок спалення попутного нафтового газу або з альтернативного джерела палива які подається на пальники. Для згорання

Підп. і дата	
Інв. № діляк.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

Лист
6

паливного газу в пальник подається атмосферне повітря. Продукти горіння проходять через жарову трубу і виходять через димову трубу, нагріває труби і передаючи тепло емульсії. Збільшення теплової потужності пальника здійснюється збільшенням тиску газу при вході в пальник. Подача повітря, рух газів, видалення продуктів горіння забезпечується природною тягою, створюваною димовими трубами.

Після нагріву і попереднього зневоднення емульсія перетікає через вертикальну перегородку и потрапляє в секцію коалесценції і відстою. Проходячи через вертикальні електричні решітки емульсія руйнується в електронному полі. В результаті індукції електричного поля дисперсні частини води змінюють свою траєкторію і знаходяться в стані коливань. Форма краплин постійно змінюється, що призводить до зміни структурно-механічного бар'єру, руйнуванню адсорбційних оболонок и коалесценції краплин води. Потім емульсія поступає в коалесцентні пакети із металевих гофрованих пластин. Краплини накопичуються на поверхні пластин, сікають вниз і переходять в шар води, нафта спливає на поверхню і переходить в шар нафти. Пакети пластин тимчасово виконують роль піногасників.

Зневоднена нафта після секції коалесценції потрапляє в зону відстоювання, а після останньої ступені сепарації через перегородку в збірник нафти. В збірнику підтримується постійний рівень нафти. Нафта виводиться через клапан скидання нафти.

Вода яка виділяється емульсії протікає по всій довжині апарату. Між фазний рівень нафта-вода підтримується на заданому рівні буйковим рівнеміром, який керує клапаном скидання води.

Контроль и регулювання технологічних параметрів здійснюється засобами КИПиА, виконавчими пристроями і програмно-технологічним комплексом., який включає шафу управління і АРМ оператора.

Робоче положення рівня розділу фаз газ-рідина повинно бути вище верхній твірної жарової труби. Рівень розділу фаз нафта вода не повинен підніматися до нижньої твірної жарової труби.

При виборі матеріалу для виготовлення апарату слід враховувати: тиск, температуру стінки, хімічний склад і характер середовища. Також необхідно враховувати де буде розташований апарат у приміщенні чи на відкритому майданчику.

Вода на нафта є корозійними речовинами, апарат встановлюється на відкритому майданчику тому для забезпечення корозійної стійкості призначаємо матеріал для основних деталей корпусу апарату - Сталь 09Г2С.

Для жарових труб призначаємо матеріал - сталь 12Х18Н10Т

Властивості сталі 09Г2С [1]

Заміна: 09Г2, 09Г2ДТ, 10Г2С, 09Г2Т

Призначення: різні деталі і елементи металоконструкцій, що працюють при температурі від -70 до +425 °С під тиском

Технологічні властивості

Підп. и дата	
Инв. № д/дл	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

Лист
7

- Температура кування, °C : початку 1250, кінця 850.
- Зварюваність - зварюється без обмежень. Способи зварювання: РДС, АДС під флюсом і газовим захистом, ЕШС
- Схильність до відпускнуї крихкості - не схильна.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 09Г2С

С	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S	As	N
не більше			не більше						
0,12	0,5-0,8	1,5-1,7	0,30	0,30	0,30	0,035	0,040	0,08	0,008

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 09Г2С

Стан постачання	Переріз, мм	σ_{02}	σ_a	$\delta_5(\delta_4)$ %	КСУ, Дж/см ² при температурі випробування, °C	
		МПа			в стані постачання	Після механічного старіння
		Не менше				
листи і полоси	до 32 мм вкл.	305	460	21	59	29

Властивості сталі 12Х18Н10Т [1]

Заміна: 08Х18Г8Н2Т, 10Х14Г14Н4Т, 12Х17Г9АН4, 08Х22Н6Т, 08Х17Т, 12Х25Т, 12Х18Н9Т.

Призначення: деталі, працюючі до 600 °C; зварні апарати і судини, які працюють в розбавлених розчинах азотної, оцтової, фосфорної кислот, розчинах лугів і солей та інші деталі працюючі під тиском при температурі від -196 до +600 °C, а при наявності агресивних середовищ до +350 °C. Сталь корозійностійка аустенітного класу.

Технологічні властивості

- Температура кування, °C : початку 1200, кінця 850. Перетин до 350 мм охолоджується на повітрі
- Зварюваність - зварюється без обмежень. Способи зварювання: РДС (електроди ЦТ-26), ЕШС і КТС. Рекомендується подальша термообробка.
- Оброблюваність рванням - K_v б.ст=0,35 і K_v тв.спл =0,85 в загартованому стані при НВ 169 і $ув=610$ МПа
- Флокеночутливість - не чутлива.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад сталі 12Х18Н10Т

С	Mn	Si	Cr	Ti	Ni	S	P	Cu
не більше						не більше		
0,12	2,0	0,8	17-19	0,5-0,8	9-11	0,020	0,035	0,3

Попл. и дата
Инв. № докум.
Взам. инв. №
Попл. и дата
Инв. № подл.

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

2 Технологічні розрахунки процесу і апарата

Вхідні данні для рохрахунків

- 1) Витрата сирої нафти $G=130$ т/годину
- 2) Вміст води в нафті на вході в апарат $X_H=20 \div 90\%$
- 3) Вміст води в нафті на виході з апарат $X_K \leq 0,5\%$
- 4) Витрата газу при розгазування $V_{ПНГ}=700$ нм³/годину
- 5) Робочі параметри:
 - тису (надлишковий) $P=0,4$ МПа
 - температура T , від 15°C до 50°C
- 6) Основні фізико-хімічні властивості продуктів:
 - густина нафти (при температурі 20°C) $\rho_{20}=848$ кг/м³;
 - в'язкість нафти (при температурах 20°C та 50°C)
 $\mu_{20}=13,15 \cdot 10^{-3}$ Па·с та $\mu_{50}=5,48 \cdot 10^{-3}$ Па·с;
 - густина пластової води $\rho_{H_2O}=998,5 \dots 1008$ кг/м³;
 - густина побічного нафтового газу $\rho_{ПНГ}=0,926 \dots 1,078$ кг/нм³
- 7) Компонентний склад вхідної суміші, %масс:

$C_{N_2}=0,003$	$C_{CO_2}=0,012$
$C_{H_2S}=1,141$	$C_{CH_4}=0,257$
$C_{C_2H_6}=0,390$	$C_{C_3H_8}=0,161$
$C_{i-C_4H_{10}}=0,725$	$C_{H-C_4H_{10}}=0,109$
$C_{i-C_5H_{12}}=0,222$	$C_{H-C_5H_{12}}=0,163$
$C_{H-C_6H_{14}}=0,004$	$C_{C_7H_{14+}}=62,603$
$C_{H_2O}=34,210$	

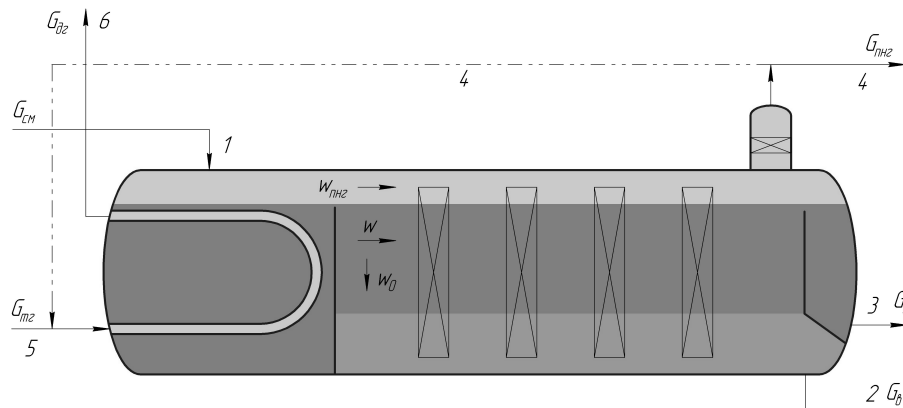


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема сепаратора типа "HETER-TREATER"
 1 - водонафтова емульсія; 2 - пластова вода; 3 - зневоднена нафта;
 4 - попутній нафтовий газ; 5 - паливний газ; 6 - димові газы

2.1 Матеріальний і тепловий баланс

Рівняння матеріального балансу має вигляд:

Підп. и дата	
Инв. № докл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

Лист
9

$$G=G_H+G_{H_2O}+V_{\text{ПНГ}} \cdot \rho_{\text{ПНГ}} \quad (2.1)$$

Розрахунок фазової рівноваги в процесі дегазації при невеликих тисках (до 0,9 МПа) можна розрахувати по закону Рауля-Дальтона [2]

$$y'_i=K_i \cdot x'_i \quad (2.2)$$

де y'_i - мольна доля i -го компонента в газовій фазі;

x'_i - мольна доля i -го компонента в рідкій фазі;

K_i - константа фазової рівноваги i -го компонента умовах сепарації

Для отримання покомпонентного складу газової фази розраховуємо процес однократного випаровування за формулою [2]

$$y'_i = \frac{C'_i \cdot K_i}{1+(K_i-1)e'} \quad (2.3)$$

де C'_i - мольна доля i -го компонента в емульсії

Оскільки $\sum_{i=1}^n y'_i=1$, отримуємо

$$\sum_{i=1}^n \frac{C'_i \cdot K_i}{1+(K_i-1)e'}=1 \quad (2.4)$$

Розрахунки за формулами (2.2)-(2.4) обчислювались за допомогою програми Excel. Результати розрахунків наведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Результати розрахунків дегазації

Компонент	P=0,4 Мпа, T=60°C, e'=0,02579		
	Масова доля компонента в газорідкий суміші	Масова доля компонента в газовій фазі	Масова доля компонента в рідкій фазі
N ₂	0,00003	0,0016	-
CO ₂	0,00012	0,0040	-
H ₂ S	0,01141	0,2630	0,0042

Підп. і дата	
Інв. № діляк	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

Лист
10

Продовження таблиці 2.1

CH ₄	0,00257	0,0917	0,006
C ₂ H ₆	0,00390	0,1518	0,0012
C ₃ H ₈	0,00161	0,0295	0,0013
i-C ₄ H ₁₀	0,07250	0,0499	0,0010
n-C ₄ H ₁₀	0,00109	0,0124	0,0055
i-C ₅ H ₁₂	0,00222	0,0123	0,0020
n-C ₅ H ₁₂	0,00163	0,0113	0,0015
n-C ₆ H ₁₄	0,00004	0,0483	-
C ₇₊	0,62603	0,2663	0,6288
H ₂ O	0,34210	0,0579	0,3487
Σ	≈1	≈1	≈1

Витрата води

$$G_{H_2O} = G \cdot X_H \quad (2.5)$$

$$G_{H_2O} = 130 \cdot 0,34 = 44,2 \text{ т/год}$$

Тоді виходячи з формули (2.1) витрата нафти

$$G_H = G - G_{H_2O} - V_{ПНГ} \cdot \rho_{ПНГ} \quad (2.6)$$

$$G_H = \frac{130 \cdot 10^3}{3600} - \frac{44,2 \cdot 10^3}{3600} + \frac{700 \cdot 1,078}{3600} = 23,6 \text{ кг/с}$$

Оскільки вміст води в нафті може коливатися у межах 20 ÷ 90% тому за формулами (2.5) і (2.6) знаходимо витрати води і нафти при 20% і 50%
- при 20%

$$G_{H_2O} = 130 \cdot 0,2 = 26 \text{ т/год}$$

$$G_H = \frac{130 \cdot 10^3}{3600} - \frac{26 \cdot 10^3}{3600} + \frac{700 \cdot 1,078}{3600} = 28,7 \text{ кг/с}$$

-при 90%

$$G_{H_2O} = 130 \cdot 0,9 = 117 \text{ т/год}$$

$$G_H = \frac{130 \cdot 10^3}{3600} - \frac{117 \cdot 10^3}{3600} + \frac{700 \cdot 1,078}{3600} = 3,4 \text{ кг/с}$$

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № докл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХІВ.УПН.00.00.00ПЗ

Тепловий баланс. Тепловий розрахунок необхідний для знаходження кількості теплоти Q , кВт, необхідної для підігріву водонафтової емульсії до робочої температури процесу. [3]

$$Q = G_H \cdot c_H \cdot (T_K - T_H) + G_{H_2O} \cdot c_{H_2O} \cdot (T_K - T_H) \quad (2.7)$$

де c_H , c_{H_2O} - питома теплоємність нафти та води при середній температурі відповідно, кДж/(кг·К).

Середня температура

$$T = \frac{T_K - T_H}{2} = \frac{50 + 15}{2} = 32,5^\circ\text{C} \quad (2.8)$$

Питому теплоємність нафти при середній температурі емпіричній залежності [4]

$$c_H = \frac{1,687 + 0,00339T}{\sqrt{\rho_{15}^{15}}} \quad (2.9)$$

де ρ_{15}^{15} - відносна густина нафти (визначається як відношення густини нафти при температурі $15,5^\circ\text{C}$ до густини води при рівній температурі) [4]

$$\rho_{15}^{15} \approx \rho_4^{20} + 5\gamma \quad (2.10)$$

де ρ_4^{20} - відносна густина нафти (визначається як відношення густини нафти при температурі 20°C до густини води при температурі 4°C) [4]

γ - середня температурна поправка [4]

$$\rho_4^{20} = \frac{\rho_{20}}{\rho_{H_2O}} = \frac{848}{1000} = 0,848 \quad (2.11)$$

$$\begin{aligned} \gamma &= 0,001838 - 0,00132 \cdot \rho_4^{20} \\ \gamma &= 0,001838 - 0,00132 \cdot 0,848 = 0,0007 \end{aligned} \quad (2.12)$$

Підставляємо отримані значення у формулу (2.10)

$$\rho_{15}^{15} \approx 0,848 + 5 \cdot 0,0007 = 0,852$$

Питома теплоємність нафти

$$c_H = \frac{1,687 + 0,00339 \cdot 32,5}{\sqrt{0,852}} = 1,97 \text{ кДж/(кг·К)}$$

Питома теплоємність води $c_{H_2O} = 4,19 \text{ кДж/(кг·К)}$

Кільність теплоти

Підп. и дата	
Инв. № дѣла	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

Лист
12

- при 20 %

$$Q=28,7 \cdot 1970 \cdot (50-15) + \frac{26 \cdot 10^3}{3600} \cdot 4190 \cdot (50-15) = 3,04 \text{ МВт}$$

- при 90 %

$$Q=3, \cdot 1970 \cdot (50-15) + \frac{117 \cdot 10^3}{3600} \cdot 4190 \cdot (50-15) = 5,02 \text{ МВт}$$

Необхідну витрату паливного газу визначаємо зрівняння плового балансу [5]

$$G_{\text{ПГ}} = \frac{Q}{\eta \cdot Q_H} \quad (2.13)$$

де η - ккд нагрівуючого пристрою

Q_H - нижча (робоча) теплота згорання палива, розраховується по залежності Менделеева [4]

$$Q_H = 339C + 1030H - 109(O-S) - 25W \quad (2.14)$$

$$Q_H = 339 \cdot 54,78 + 1030 \cdot 13,87 - 109 \cdot (0,29 - 24,75) - 25 \cdot 5,79 = 35377 \text{ кДж/кг}$$

$$\eta = 1 - \frac{q_{\text{ух}}}{Q_H} - \frac{q_{\text{кор}}}{Q_H} \quad (2.15)$$

де $q_{\text{ух}}$ - теплота втрачена з димовими газами

$q_{\text{кор}}$ - теплота втрачена до навколишнього середовища

Для інженерних розрахунків допкчкається прийняти [5]

$$\frac{q_{\text{ух}}}{Q_H} \approx 0,24 \quad \frac{q_{\text{кор}}}{Q_H} = 0,05$$

$$\eta = 1 - 0,24 - 0,05 = 0,71$$

-при 20%

$$G_{\text{ПГ}} = \frac{3,04 \cdot 10^6}{0,71 \cdot 35 \cdot 4 \cdot 10^6} = 0,12 \text{ кг/с}$$

-при 90%

$$G_{\text{ПГ}} = \frac{5,02 \cdot 10^6}{0,71 \cdot 35 \cdot 4 \cdot 10^6} = 0,199 \text{ кг/с}$$

Розраховуємо об'ємну витрату палива

Подп. и дата					
Инв. № д/д					
Взам. инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ					Лист
					13
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Копировал					Формат А4

$$V_{\text{ПГ}} = \frac{G_{\text{ПГ}}}{\rho_{\text{ПГ}}} \quad (2.16)$$

де $\rho_{\text{ПГ}}$ - густина побічного нафтового газу

$$\rho_{\text{ПГ}} = \rho_{\text{ПНГ}} \cdot \frac{T_0 \cdot P}{P_0 \cdot T} = 1,078 \cdot \frac{273 \cdot 0,5}{323 \cdot 0,1} = 4,55 \text{ кг/м}^3 \quad (2.17)$$

-при 20%

$$V_{\text{ПГ}} = \frac{0,12}{4,55} = 0,026 \text{ м}^3/\text{с} \approx 94,9 \text{ м}^3/\text{год}$$

-при 90%

$$V_{\text{ПГ}} = \frac{0,199}{4,55} = 0,044 \text{ м}^3/\text{с} \approx 157,45 \text{ м}^3/\text{год}$$

2.2 Технологічні розрахунки

Найкращі умови для коаленсценсії крапель та їх осадження будуть при дотриманні ламінарного режиму водонафтової емульсії в зоні коаленсценсії.[6]

$$Re = \frac{w \cdot D \cdot \rho_{\text{см}}}{\mu_{\text{см}}} \leq 2300 \quad (2.18)$$

де w - швидкість руху водонафтової емульсії;

D - еквівалентний гідравлічний діаметр;

$\rho_{\text{см}}$ - густина водонафтової емульсії;

$\mu_{\text{см}}$ - в'язкість водонафтової емульсії;

Швидкість осадження крапель - основний параметр, який визначає продуктивність нафтогазоводороздільника. Швидкість осадження краплин при ламінарному русі визначається за законом Стокса [7].

$$w_0 = \frac{d^2 \cdot (\rho_{\text{H}_2\text{O}} - \rho_{\text{H}}) \cdot g}{18 \cdot \mu_{\text{H}}} \quad (2.19)$$

де d - діаметр осідаючих крапель ;

g - прискорення вільного падіння;

$\rho_{\text{H}_2\text{O}}, \rho_{\text{H}}$ - густина води і нафти при робочій температурі;

μ_{H} - в'язкість нафти при робочій температурі;

Густина води при $T=50^\circ\text{C}$, $\rho_{\text{H}_2\text{O}}=988 \text{ кг/м}^3$ [8]

Густина нафти при $T=50^\circ\text{C}$ визначається за відним значення густини ρ_4^{20}

[4]

Підп. и дата										
Инв. № докл.										
Взам. инв. №										
Підп. и дата										
Инв. № подл.										
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<i>ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ</i>					Лист
										14

$$\rho_H = 1000 \cdot (\rho_4^{20} - \gamma \cdot (T - 20)) \quad (2.20)$$

$$\rho_H = 1000 \cdot (0,848 - 0,0007 \cdot (50 - 20)) = 827 \text{ кг/м}^3$$

Приймаємо мінімальний діаметр крапель $d_{\min} = 25 \text{ мкм}$. Для отримання необхідного вмісту води на виході достатньо, щоб розміри крапель в результаті підігріву та коалесценції збільшились до 300 мкм , $d_{\max} = 300 \text{ мкм}$

$$w_0 = \frac{(300 \cdot 10^{-6})^2 \cdot (988 - 827) \cdot 9,81}{18,5,48 \cdot 10^{-3}} = 1,44 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

Отже, швидкість осадження краплин розміром більше 300 мкм буде становити $w_0 \geq 2 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$

Перевірка придатності залежності виконується за значенням критерію Рейнольдса Re_0 для осадженої частинки. [8]

$$Re_0 = \frac{w_0 \cdot d \cdot \rho_H}{\mu_H} \quad (2.21)$$

$$Re_0 = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 300 \cdot 10^{-6} \cdot 827}{5,48 \cdot 10^{-3}} = 0,09 \leq 0,2$$

Залежність придатна, але вона не враховує багато факторів, від яких залежить швидкість осадження.

Розраховуємо швидкість стисненого осадження крапель води, з врахуванням вмісту води в нафті по залежності [9]

$$w'_0 = w_0 \cdot \left(\frac{1 - X_H}{1 - X_H \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{d_{\min}}{d_{\max}}\right)^2}} \right)^{4,7} \quad (2.22)$$

- при 20%

$$w'_0 = 1,44 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{1 - 0,2}{1 - 0,2 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{25 \cdot 10^{-6}}{300 \cdot 10^{-6}}\right)^2}} \right)^{4,7} = 1,434 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

- при 90%

$$w'_0 = 1,44 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{1 - 0,9}{1 - 0,9 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{25 \cdot 10^{-6}}{300 \cdot 10^{-6}}\right)^2}} \right)^{4,7} = 1,246 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

Якщо початковий зміст води в нафті перевищує критичне значення, при якому емульсія переходить з вода у нафті у нафта у воді швидкість

Ив. № подл.	Подп. и дата	Ив. № докл.	Взам. ив. №	Подп. и дата	Ив. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ	Лист
												15

спливання крапель нафти визначається залежністю. [3]

$$w''_0 = \frac{d^2 \cdot (\rho_{H_2O} - \rho_H) \cdot g}{18 \cdot \mu_H} \cdot \frac{3 \cdot (\mu_H + \mu_{H_2O})}{3\mu_H + 2\mu_{H_2O}} \quad (2.23)$$

$$w''_0 = 1,44 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{3 \cdot (5,48 \cdot 10^{-3} + 561,6 \cdot 10^{-6})}{3 \cdot 5,48 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 561,6 \cdot 10^{-6}} = 1,48 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

Так як швидкість спливання та швидкість стисненого осадження майже не відрізняються можливо забезпечити високий рівень ефективності розподілу фаз у широкому діапазоні вмісту води в нафті ($20 \leq X_H \leq 90$).

Приймаємо лінійну швидкість руху водонафтової емульсії не більше ніж в $2 \div 3,5$ рази ніж швидкість осадження.

$$w \leq (2 \div 3,5) \cdot w_0 \quad (2.24)$$

$$w \leq (2 \div 3,5) \cdot 1,44 \cdot 10^{-3} = 0,003 \div 0,005 \text{ м/с}$$

Для ефективного відстоювання час перебування емульсії в апараті повинен бути не менше часу, необхідного для осадження краплик води

$$\tau \geq \tau_0 \quad (2.25)$$

Допустима швидкість газу в зоні відстія без відбійних насадок, при якій краплі рідини встигнуть осісти з газової фази визначаймо за рівнянням [9]

$$w_{\text{ПНГ}} = k \cdot \sqrt{\frac{\rho_H - \rho_{\text{ПНГ}}}{\rho_{\text{ПНГ}}}} \quad (2.26)$$

де k - коефіцієнт, який враховує пропускну здатність газу в сепараторах без відбійних насадок, $k = 0,06 \div 0,12$ [9]

$$w_{\text{ПНГ}} = (0,06 \div 0,12) \cdot \sqrt{\frac{827 - 4,55}{4,55}} = 0,81 \div 1,61 \text{ м/с}$$

Критична швидкість газу у відбійній насадці з вертикальними жалюзійними пластинами. [3]

$$w_{\text{КР}} = k \cdot \left(\frac{\sigma_H (\rho_H - \rho_{\text{ПНГ}})}{2 \rho_{\text{ПНГ}}} \right)^{0,25} \quad (2.27)$$

де k - коефіцієнт, який враховує пропускну здатність газу в сепараторах з відбійних насадок (для вертикального розміщення жалюзійних насадок), $k = 0,1 \div 0,19$ [3]

σ_H - значення поверхневого натягу на границі фаз нафта-газ, $\sigma_H = 26$

Підп. и дата										
Инв. № докл.										
Взам. инв. №										
Підп. и дата										
Инв. № подл.										
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ					Лист
										16

де S_1 - рознахункова площа поперечного перетину, заповнена нафтою;
 S_2 - рознахункова площа поперечного перетину, заповнена водою;
 S_3 - рознахункова площа поперечного перетину, заповнена газом;

$$S_1 = \frac{V_H}{w} \quad (2.32)$$

$$S_1 = \frac{V_{H_2O}}{w} \quad (2.33)$$

$$S_1 = \frac{V_{ПНГ}}{w_{ПНГ}} \quad (2.34)$$

де $V_{ПНГ}$ - об'ємна витра газу при робочих умовах

$$V_{ПНГ} = V_{ПНГ0} \cdot \frac{P_0 T}{P T_0} \quad (2.35)$$

Результати розрахунків формул (2.30)-(2.35) зведені до таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Результати розрахунків з визначенням діаметру корпусу

Назва параметра	Продуктивність апарата	
	$G_{H_2O} = 26$ т/годину $G_H = 103$ т/годину $V_{ПНГ0} = 700$ нм ³ /годину	$G_{H_2O} = 117$ т/годину $G_H = 12$ т/годину $V_{ПНГ0} = 700$ нм ³ /годину
Об'ємна витрата нафти V_H , м ³ /с	0,035	0,004
Об'ємна витрата води V_{H_2O} , м ³ /с	0,007	0,033
Об'ємна витрата газу $V_{ПНГ}$, м ³ /с	0,046	0,046
Об'ємна витрата суміші $V_{см}$, м ³ /с	0,088	0,083
Допустима лінійна швидкість руху рідини w м/с	0,005	
Допустима швидкість газу $w_{ПНГ}$, м/с	1,08	
Розрахункова площа поперечного перетину S , м ²	8,48	7,48
-за нафтою S_1 , м ²	7	0,8

Підп. і дата	
Інв. № діляк	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

Лист
18

Продовження таблиці 2.2

-за водою $S_2, \text{ м}^2$	1,4	6,6
-за газом $S_3, \text{ м}^2$	0,081	0,081
Діаметр апарату $D, \text{ м}$	2,32	2,18

За результатами перевірочних розрахунків приймаємо внутрішній діаметр $D=2800 \text{ мм}$

Приймаючи коефіцієнт заповнення апарата $\varphi=0,9$, розраховуємо висоту рівня рідини, обумовлену висотою переливної перегородки, яка розділює секції підігріву та відстоювання

$$\begin{aligned} H &= 0,9 \cdot D \\ H &= 0,9 \cdot 2,8 = 2,52 \text{ м} \end{aligned} \quad (2.36)$$

Розраховуємо дійсну швидкість емульсії

$$w = \frac{V_H + V_{\text{H}_2\text{O}}}{S} \quad (2.37)$$

де S - площа поперечного перетину, яку займає рідина

$$S = \frac{\pi D^2}{4} - S_3 \quad (2.38)$$

де S_3 - площа поперечного перетину, яку займає газ

$$S_3 = \frac{(D/2)^2}{2} \cdot (\alpha - \sin \alpha) \quad (2.39)$$

де α - центральний кут, який визначає коловий сегмент, обмежений дугою коло та хордою

$$\alpha = 2 \arccos \left(\frac{H}{(D/2)} - 1 \right) \quad (2.40)$$

$$\alpha = 2 \arccos \left(\frac{2,8}{(2,8/2)} - 1 \right) = 74^\circ = 1,29 \text{ рад}$$

$$S_3 = \frac{(2,8/2)^2}{2} \cdot (1,29 - \sin 1,29) = 0,32 \text{ м}^2$$

Инд. № подл.	Подп. и дата	Инд. № докл.	Изм. инд. №	Подп. и дата	Инд. № подл.	Подп. и дата	Изм. №	Лист	19
ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ									
Копировал								Формат А4	

$$S = \frac{3,14 \cdot 2,8^2}{4} - 0,32 = 5,83 \text{ м}^2$$

Дійсна швидкість

$$w = \frac{0,035 + 0,007}{5,83} = 0,005 \text{ м/с}$$

2.3.2 Визначення довжини корпусу апарата
Час необхідний для відстоювання [8]

$$\tau_0 = \frac{H-h}{w'_0} \quad (2.41)$$

де h - висота шару вільної води
Максимальний час перебування частинки в апараті [8]

$$\tau = \frac{L}{w} \quad (2.42)$$

де L - довжина корпусу апарата
Виходячи з рівності (2.25) мінімальна довжина зони відстоювання визначається

$$L_{\min} = \frac{(H-h) \cdot w}{w'_0} \quad (2.43)$$

Висота підпору рідини визначається з спільного рішення рівняння Бернуллі та рівняння витрати [11]

$$V_H = mbh_{\text{сл}} \sqrt{2gh_{\text{сл}}} \approx 1,77b \sqrt{h_{\text{сл}}^3} \quad (2.44)$$

де m - коефіцієнт витрати через перегородку, $m=0,4$ [11]
 b - довжина перегородки

$$b = 2\sqrt{(D-H)(2R-(D-H))} \quad (2.45)$$

$$b = 2\sqrt{(2,8-2,52) \cdot (2 \cdot 1,4 - (2,8-2,52))} = 1,68 \text{ м}$$

Отже,

$$h_{\text{сл}} \approx \left(\frac{V_H}{1,77b} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.46)$$

$$h_{\text{сл}} \approx \left(\frac{0,035}{1,77 \cdot 1,68} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,04 \text{ м}$$

Підп. и дата					Лист
Инв. № докл.					Лист
Взам. инв. №					Лист
Підп. и дата					Лист
Инв. № подл.					Лист
ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	20

Оптимальну висоту шару вільної води у секції відстоювання рекомендується прийняти з співвідношення.[9]

$$\begin{aligned} h &= 0,46 \cdot R \\ h &= 0,46 \cdot 1,4 = 0,644 \end{aligned} \quad (2.47)$$

Приймаємо рівень розподілу фаз $h=0,6$ м

Визначаємо максимальний необхідний час для осадження краплин та мінімальну довжину зони відстою.

$$\tau_0 = \frac{2,52 - 0,6}{0,0014} = 1371 \text{ с.} = 22,85 \text{ хв.}$$

$$L_{\min} = \frac{(2,52 - 0,6) \cdot 0,005}{0,0014} = 6,86 \text{ м}$$

2.3.3 Розрахунок секції підігріву

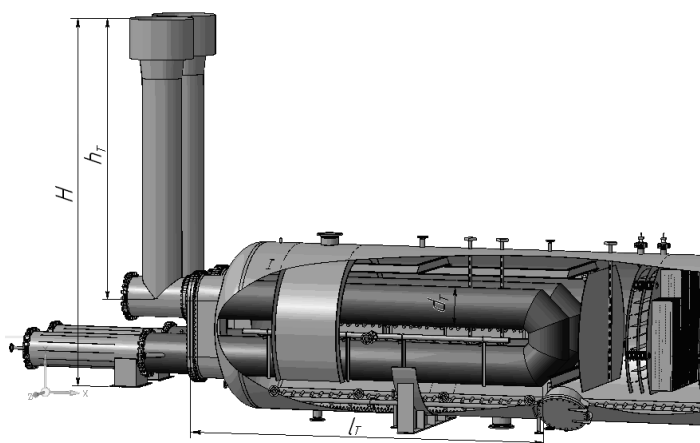


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема секції підігріву

Визначаємо розміри вузла входу та розподілу вхідної суміші. Значення зазору між дефлектором та корпусом апарата

$$H_{\text{д}} = \frac{D - D_{\text{д}}}{2} \quad (2.48)$$

$$H_{\text{д}} = \frac{2,8 - 2,6}{2} = 0,1 \text{ м}$$

Ширина полиць дефлектора визначаємо з залежності

$$B_{\text{д}} = \frac{V_{\text{см}}}{1,77 \cdot \sqrt{H_{\text{д}}^3}} \quad (2.49)$$

$$B_{\text{д}} = \frac{0,088}{1,77 \cdot \sqrt{0,1^3}} = 1,572 \text{ м}$$

Приймаємо циліндричний відбивач (дефлектор) з діаметром $D_{\text{д}}=2,6$ м та

Підп. і дата	
Инв. № діляк	
Взам. инв. №	
Підп. і дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

Лист
21

шириною $B_D=1,5$ м.

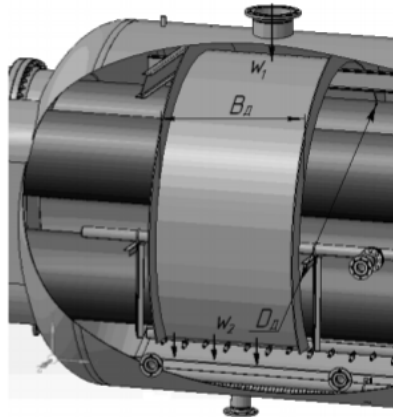


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема вузла входу

Визначаємо швидкість нафтогазової суміші у вхідному штуцері з рівняння витрати.

$$w_1 = \frac{V_{\text{см}}/N}{0,785D_y^2} \quad (2.50)$$

де D_y - діаметр умовного проходу вхідного штуцера

$$w_1 = \frac{0,088/2}{0,785 \cdot 0,3^2} = 0,62 \text{ м/с}$$

Режим течії визначаємо по значенню числа Рейнольдса

$$Re = \frac{w_1 \cdot D_y \cdot \rho_{\text{см}}}{\mu_{\text{см}}} \quad (2.51)$$

$$Re = \frac{0,62 \cdot 0,3 \cdot 869}{0,01303} = 12461$$

Режим турбулентний

Швидкість течії на виході з полиць дефлектора

$$w_2 = \frac{w_1 \cdot 0,785D_y^2}{n \cdot B_D \cdot H_D} \quad (2.52)$$

$$w_2 = \frac{0,62 \cdot 0,785 \cdot 0,3^2}{2 \cdot 1,5 \cdot 0,1} = 0,15 \text{ м/с}$$

Режим течії визначаємо по значенню числа Рейнольдса

Підп. и дата						ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ	Лист
Инв. № д/дл							22
Взам. инв. №							
Підп. и дата							
Инв. № подл.							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

$$Re = \frac{w_2 \cdot D_E \cdot \rho_{cm}}{\mu_{cm}} \quad (2.53)$$

де D_E - еквівалентний діаметр каналу між дефлектором та корпусом

$$D_E = \frac{4B_D H_D}{2(B_D + H_D)} \quad (2.54)$$

$$D_E = \frac{4 \cdot 1,5 \cdot 0,1}{2 \cdot (1,5 + 0,1)} = 0,19 \text{ м}$$

$$Re = \frac{0,15 \cdot 0,19 \cdot 869}{0,01303} = 1834$$

Режим ламінарний

Тепловий розрахунок.

За тепловими розрахунками (п.2.1) максимальне перлове навантаження $Q=5,02$ МВт. Для забезпечення надійності та тривалої роботи апарата необхідно, щоб одна жарова труба забезпечувала 75% сумарної теплової потужності апарата. [12].

Теплова потужність одного апарата.

$$Q_1 = \frac{Q}{N} \quad (5.55)$$

$$Q_1 = \frac{5,02}{2} = 2,51 \text{ МВт}$$

$$Q_{1-1} = 0,75 \cdot Q_1 \quad (5.56)$$

$$Q_{1-1} = 0,75 \cdot 2,51 = 1,88 \text{ МВт}$$

де Q_{1-1} - теплове навантаження однієї жарової труби

Тоді сумарне теплове навантаження двох жарових труб одного апарата

$$Q_1 = 2Q_{1-1} = 2 \cdot 1,88 = 3,76 \text{ МВт} \quad (5.57)$$

Отже для забезпечення максимального теплового навантаження необхідна кількість для згорання газу га один апарат становить: $G_{ПГ_1} = 0,0995$ кг/с або $V_{ПГ_1} = 0,022$ м³/с, на одну жарову трубу $G_{ПГ_{1-1}} = 0,0497$ кг/с або $V_{ПГ_{1-1}} = 0,011$ м³/с

Розрахунок основних пальників для жарових труб

Теоретична кількість повітря для повного згорання 1 м³ паливного газу [13]

И№. № подл.	Подп. и дата	И№. № докл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	И№. № докл.	Подп. и дата	И№. № подл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	23
Копировал														Формат А4	

$$L_0 = 0,0476(0,5H_2 + 0,5CO + 1,5H_2S + 2CH_4 + \sum(m+n/4)C_mH_n - O_2) \quad (5.58)$$

де H_2 , CO , H_2S , CH_4 , C_mH_n , O_2 - вміст відповідних компонентів у складі паливного газу

Результати розрахунків складу паливного газу наведені в таблиці 2.3

Таблиця 2.2 – Розрахунок складу паливного газу

Компонент	C_i , % масс	G_i , кг/с	V_i , м ³ /с	C_i , % об'єм
N_2	0,16	0,00008	0,00001	0,11
CO_2	0,40	0,0002	0,00002	0,26
H_2S	26,30	0,0131	0,0020	18,55
CH_4	9,17	0,0045	0,0018	17,03
C_2H_6	15,18	0,0075	0,00026	23,73
C_3H_8	2,95	0,0014	0,00035	3,23
i- C_4H_{10}	4,99	0,0024	0,00054	4,89
n- C_4H_{10}	1,24	0,0006	0,00013	1,18
i- C_5H_{12}	1,23	0,0006	0,00012	1,10
n- C_5H_{12}	1,13	0,0005	0,00011	1,0
n- C_6H_{14}	4,83	0,0024	0,0004	4,05
C_{7+}	26,63	0,0132	0,0024	21,5
H_2O	5,79	0,0028	0,0003	3,22
Σ	100	0,0497	0,011	≈100

$$L_0 = 0,0476(0,5 \cdot 0,26 + 1,5 \cdot 18,53 + 2 \cdot 17,01 + (2+6/4) \cdot 23,71 + (3+8/4) \cdot 3,23 + (4+10/4) \cdot 4,93 + (4+10/4) \cdot 1,18 + (5+12/4) \cdot 1,10 + (5+12/4) \cdot 1,0 + (6+14/4) \cdot 4,05 + (7+16/4) \cdot 21,5) = 23,45 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Питома витрата повітря

$$L_B = \alpha' L_0 \quad (2.59)$$

де α' - коефіцієнт первинного повітря $\alpha'=1,05$

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № докл.	
Взам. инв. №	
Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХІВ. УПН.00.00.00ПЗ

Лист
24

$$L_B = 1,05 \cdot 23,45 = 24,6 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Швидкість витікання повітря газоповітряної суміші з насадки пальника повинна бути менше швидкості поширення полум'я для суміші даного газу при мінімальній витраті газу пальником. Приймаємо [14]:

- швидкість повітря газоповітряної суміші $w_{кр} = 10 \text{ м/с}$;

- температура газоповітряної паливної суміші на виході з пальника $T_{кр} = 323 \text{ К}$.

Густина газоповітряної суміші

$$\rho_{см} = \frac{V_{ТГ} \cdot \rho_{ТГ} + L_B \cdot \rho_B}{1 + L_B} \cdot \frac{T_0}{T_{см}} \quad (2.60)$$

де ρ_B - густина повітря, $\rho_B = 1,293 \text{ кг/м}^3$

$$\rho_{см} = \frac{1 \cdot 4,55 + 24,6 \cdot 1,293}{1 + 24,6} \cdot \frac{272}{323} = 1,203 \text{ кг/м}^3$$

Площа кратера (вогняного отвору)

$$f_{кр} = \frac{V_{ПГ_{i-1}} \cdot (1 + L_B)}{w_{кр}} \cdot \frac{T_{см}}{T_0} \quad (2.61)$$

$$f_{кр} = \frac{0,011 \cdot (1 + 24,6)}{10} \cdot \frac{323}{273} = 0,033 \text{ м}^2$$

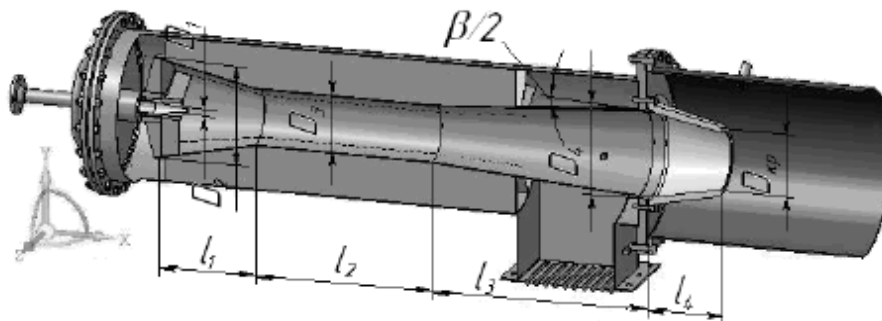


Рисунок 2.4 – Розрахункова схема пальника

Діаметр кратера

$$D_{кр} = \sqrt{\frac{4f_{кр}}{\pi}} \quad (2.62)$$

$$D_{кр} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,033}{3,14}} = 0,205 \text{ м}$$

Приймаємо $D_{кр} = 250 \text{ мм}$

Инд. № подл.	Подп. и дата				
Взам. инв. №	Инд. № дѣла				
Подп. и дата					
Инд. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
<i>ПОХІВ. УПН. 00.00.00ПЗ</i>					Лист
					25
Копировал					Формат А4

Площа вихідного перетину дмфузора

$$f_4 = 1,7 \cdot f_{\text{КР}} \quad (2.63)$$

$$f_4 = 1,7 \cdot 0,033 = 0,056 \text{ м}^2$$

Швидкість газоповітряної суміші на виході з дифузора

$$w_{\text{КР}} = \frac{V_{\text{ПГ}_{1-1}} \cdot (1+L_B) \cdot T_{\text{СМ}}}{f_4 \cdot T_0} \quad (2.64)$$

$$w_{\text{КР}} = \frac{0,011 \cdot (1+24,6) \cdot 323}{0,056 \cdot 273} = 5,95 \text{ м/с}$$

Діаметр дифузора

$$D_4 = \sqrt{\frac{4f_4}{\pi}} \quad (2.65)$$

$$D_4 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,056}{3,14}} = 0,267 \text{ м}$$

Приймаємо $D_4 = 300 \text{ мм}$

Діаметр горла (змішувача)

$$D_3 = 0,65 D_4 = 0,65 \cdot 0,3 = 0,195 \text{ м} \quad (2.66)$$

Приймаємо $D_3 = 200 \text{ мм}$

Площа перетину змішувача

$$f_3 = \frac{\pi D_3^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} = 0,031 \text{ м}^2 \quad (2.67)$$

Швидкість газоповітряної суміші в змішувачі

$$w_3 = \frac{V_{\text{ПГ}_{1-1}} \cdot (1+L_B) \cdot T_{\text{СМ}}}{f_3 \cdot T_0} \quad (2.68)$$

$$w_3 = \frac{0,011 \cdot (1+24,6) \cdot 283}{0,031 \cdot 273} = 9,42 \text{ м/с}$$

Швидкість газу на виході з сопла

$$w_2 = w_3 \left(1 + L_B \frac{\rho_B}{\rho_{\text{ПГ}}}\right) \quad (2.69)$$

$$w_2 = 9,42 \cdot \left(1 + 24,6 \cdot \frac{1,293}{4,55}\right) = 75,3 \text{ м/с}$$

Підп. и дата										
Инв. № дѣла										
Взам. инв. №										
Підп. и дата										
Инв. № подл.										
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<i>ПОХІВ. УПН. 00.00.00ПЗ</i>					Лист
										26

Площа перетину сопла

$$f_2 = \frac{V_{\text{пг}_{1-1}}}{w_2} = \frac{0,011}{75,3} = 0,146 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \quad (2.70)$$

Діаметр сопла

$$D_1 = \sqrt{\frac{4f_2}{\pi}} \quad (2.71)$$
$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,146 \cdot 10^{-3}}{3,14}} = 0,014 \text{ м}$$

Приймаємо $D_1 = 20$ мм

Діаметр конфузора

$$D_2 = 1,7D_3 = 1,7 \cdot 0,2 = 0,34 \text{ м} \quad (2.72)$$

Приймаємо $D_2 = 340$ мм

Інші розміри пальника визначаються співвідношеннями [15]

- довжина конфузора

$$l_1 = (1,5 \div 1,7)D_3 = (1,5 \div 1,7) \cdot 0,2 = 0,30 \div 0,34 \text{ м} \quad (2.73)$$

приймаємо $l_1 = 300$ мм

- довжина горла змішувача

$$l_2 = (3 \div 4)D_3 = (3 \div 4) \cdot 0,2 = 0,6 \div 0,8 \text{ м} \quad (2.74)$$

приймаємо $l_2 = 700$ мм

- довжина дифузора залежить від сумарного кута розштрєння β , (для забезпечення неперервності течії газоповітряної суміші приймаємо $\beta = 8^\circ$)

$$l_3 = \frac{D_4 - D_3}{2 \text{tg}(\beta/2)} = \frac{300 - 200}{2 \cdot \text{tg}(8/2)} = 715 \text{ мм} \quad (2.75)$$

- довжина насадки

$$l_4 = (1,0 \div 1,5)D_3 = (1,0 \div 1,5) \cdot 0,2 = 0,2 \div 0,3 \text{ м} \quad (2.76)$$

приймаємо $l_4 = 300$ мм

Визначення розмірів жарових та димових труб.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Инд. № дѣла	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инд. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ	Лист
												27
Копировал											Формат А4	

Необхідна розрахункова площа поверхні теплообміну однієї жарової труби [5]

$$F = \frac{Q_{1-1}}{q} \quad (2.77)$$

$$F = \frac{1,88 \cdot 10^3}{60} = 31 \text{ м}^2$$

де q - середня теплонапруженість труб нагрівача, $q=45-60$ кВт/м².

Для прийнятих розмірів газового пальника діаметр факела буде рівним $d_{\phi}=0,25$ м

Внутрішній діаметр жарових труб приймається з співвідношення $d_T=(1,5 \div 2)d_{\phi}=0,375 \div 0,5$ м. Згідно до сортаменту для виготовлення жарових труб приймаємо трубу $\phi 426 \times 10$ мм, матеріал - Сталь 12Х18Н10Т

Довжина жарових труб

$$l_T = \frac{F}{\pi d_T} = \frac{31}{3,14 \cdot 0,426} = 23 \text{ м} \quad (2.78)$$

приймаємо довжину прямолінійних ділянок жарових труб $l_T=11$ м

Отже, приймаємо дві U-подібні жарові труби $\phi 426 \times 10$ мм з довжною прямолінійних ділянок 11 м та сегментним коліном на 180°

Оптимальна висота димової труби повинна бути $h_T > 5$ м [13]. Приймаємо висоту димової труби $h_T=6$ м

Виконаємо перевірочний розрахунок вибраної висоти димової труби з умови, що сила природньої тяги повнна бути більше суми опорів.

$$S > \Delta p_{\Pi} \quad (2.79)$$

Втрати тиску на подолання опору тертя та місцевих опорів у димовій трубі

$$\Delta p_{\Pi} = \left(\frac{\lambda \cdot l}{d_E} + \sum \xi \right) \cdot \frac{\rho_{\text{дг}} \cdot w^2}{2} \quad (2.80)$$

де λ - коефіцієнт тертя;

$\rho_{\text{дг}}$ - густина димових газів, $\rho_{\text{дг}}=0,85$ кг/м³

$\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів;

Швидкість димових газів

Підп. и дата	
Инв. № діляк	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

$$w = \frac{V_{\text{дг}}}{0,785 d^2} \quad (2.81)$$

де $V_{\text{дг}}$ - об'ємна витрата димових газів

$$V_{\text{дг}} = L_{0\text{дг}} \cdot V_{\text{пг}_{1-1}} \quad (2.82)$$

де $L_{0\text{дг}}$ - теоретична кількість продуктів горіння для паливного газу [16]

$$L_{0\text{дг}} = 0,01(\text{CO}_2 + 3\text{CH}_4 + 5\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{C}_3\text{H}_8 + 9\text{C}_4\text{H}_{10} + 11\text{C}_5\text{H}_{12} + \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2) + L_0(\alpha + 0,0016\text{C}\alpha - 0,21) \quad (2.83)$$

де C - вологосодержание атмосферного повітря $C = 5,41$ г/кг

$$L_{0\text{дг}} = 0,01 \cdot (0,26 + 3 \cdot 17,01 + 5 \cdot 23,71 + 7 \cdot 3,23 + 9 \cdot (4,93 + 1,18) + 11 \cdot (1,10 + 1) + 3,22 + 0,11) + 24,6 \cdot (1,05 + 0,0016 \cdot 5,41 \cdot 1,05 - 0,21) = 23,65 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

$$V_{\text{дг}} = 23,65 \cdot 0,011 = 0,26 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$w = \frac{0,26}{0,785 \cdot 0,406^2} = 2,01 \text{ м/с}$$

Коефіцієнт тертя залежить від режису руху та шорсткості димової труби. Щоб встановити режим руху визначаємо критерій Рейнольдса.

$$\text{Re} = \frac{w \cdot d_E \cdot \rho_{\text{дг}}}{\mu_{\text{дг}}} \quad (2.84)$$

$$\text{Re} = \frac{2,01 \cdot 0,406 \cdot 0,85}{33 \cdot 10^{-6}} = 21020$$

Режим руху турбулентний

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{\text{Re}}} = \frac{0,316}{\sqrt[4]{21020}} = 0,026 \quad (2.85)$$

Значення коефіцієнтів місцевих опорів в загальному випадку залежить від виду місцевого опору та режиму руху газу [17]: вихід з труби $\xi = 1$, коліко під кутом 90° $\xi = 1,1$, поворот труби на 180° $\xi = 2,2$.

$$\Delta p_{\text{п}} = \left(\frac{0,026 \cdot 22}{0,406} + 4,3 \right) \cdot \frac{0,85 \cdot 2,01^2}{2} = 9,8 \text{ Па}$$

Силу природньої тяги визначаємо за формулою [18]

Підп. і дата									
Инв. № діляк									
Взам. инв. №									
Підп. і дата									
Инв. № подл.									
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<i>ПОХІВ. УПН.00.00.00ПЗ</i>				Лист
									29

$$S=(\rho_{\text{в}}-\rho_{\text{дг}})gH \quad (2.86)$$

де H - ефективна частина висоти димової труби ($H=h_{\text{T}}$)

Виконуємо перевірку висоти димової труби при температурних умовах для теплої (35°C) та холодної (-54°C)

$$S_{\text{T}}=(1,293 \cdot \frac{273}{308}-0,850) \cdot 9,81 \cdot 6=17,4 \text{ Па}$$

$$S_{\text{x}}=(1,293 \cdot \frac{273}{219}-0,850) \cdot 9,81 \cdot 6=44,8 \text{ Па}$$

Умова $S > \Delta p_{\text{П}}$ виконується

2.3.4 Розрахунок секції коалесценції та відстоювання

Розрахунок електростатичних коалесційних систем. Згідно до рекомендацій [10] електроди встановлюють на відстані $l_{\text{E}} = 100 \div 400$ мм. Приймаємо відстань між електродами $l_{\text{E}} = 200$ мм, відстань між електродами в окремих електродних решітках з пластичними та штировими електродами $2l_{\text{E}} = 400$ мм, кількість електродів у кожній решітці $n = 5$ шт.

Вільний об'єм, між електродними решітками однієї електростатичної коалесційної секції

$$V_{\text{E}}=0,649 D_{\text{E}} l_{\text{E}}=0,649 \cdot 2,8^2 \cdot 0,2=1,017 \text{ м}^2 \quad (2.87)$$

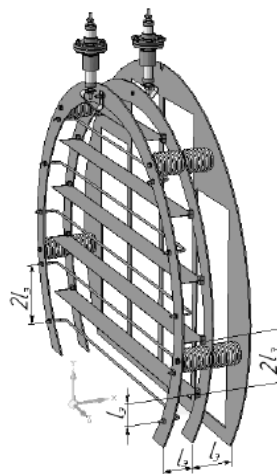


Рисунок 2.5 – Розрахункова схема електричних решіток

Номінальна потужність трансформатора, необхідна для підтримання напруженості електричного кола між електродними решітками однієї електростатичної коалесційної секції, визначається з залежності [6]

$$N_{\text{T}}=E^2 \chi V_{\text{E}} \quad (2.88)$$

Підп. і дата						Лист 30
Инд. № дідл						
Взам. инв. №						
Підп. і дата						
Инд. № подл.						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<p style="text-align: center;">ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ</p>	
Копировал					Формат А4	

де χ - електрична провідність емульсії (при температурв до 120°C змінюється в межах від $0,5 \cdot 10^{-8}$ до $12 \cdot 10^{-8}$ (Ом·см)⁻¹ [10].

E - напруженість електричного поля

$$E = \frac{U}{l_E} = \frac{(20 \div 44) \cdot 10^{-3}}{0,2} = 1000 \div 2200 \text{ В/см} \quad (2.89)$$

де U - напруга (20; 22; 27,5; 33; 38,5; 44 кВ [10])

$$N_T = \left(\frac{(1 \div 2,2) \cdot 10^3}{10^{-3}} \right)^2 \cdot 1,1 \cdot 10^{-8} \cdot 1,017 = 10,2 \div 49,2 \text{ кВт}$$

Сумарна номінальна потужність, для живлення n=5 електростатичних коалесційних секцій в проектному сепараторі становить

$$N = nN_T = 5 \cdot (10,2 \div 49,2) = 51,5 \div 246 \text{ кВт} \quad (2.90)$$

На основі довідкових та експериментальних даних [19] встановлено, що при відстані між електродами $l_E = 200$ мм, відстані між електродними решітками та корпусом $l_E = 0,125$ м та робочому тиску 0,6 МПа, розрахункове напруження пробою становить не менше 400 кВ.

Таким чином при прийнятій нарузі між електродними решітками гарантовано виключається пробій на корпус.

$$U = 20 \div 44 \text{ кВ} < U_{пр} = 400 \text{ кВ} \quad (2.91)$$

Розрахунок коалесційних насадкових пакетів Plate-Pak™.

Необхідний об'єм, коалесційної насадки визначається з співвідношення [20]

$$V_K = k \frac{C_1 V_{CM} h_{II} \mu_H}{(\rho_{H_2O} - \rho_H) d^2} \quad (2.92)$$

де k - коефіцієнт, який враховує конвертацію одиниць виміру, які входять в рівняння, в міжнародну систему одиниць виміру СІ

C_1 - коефіцієнт, який залежить від типу насадки ($C_1 = 164$ [20])

h_{II} - відстань між пластинами, приймаємо $h_{II} = 20$ мм [20]

$$V_K = 2,83 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{164 \cdot 0,044 \cdot 0,02 \cdot 5,48 \cdot 10^{-3}}{(988 - 827) \cdot (25 \cdot 10^{-6})^2} = 2,22 \text{ м}^3$$

Мінімально необхідна довжина криволінійних каналів, визначається з залежності (2.43) та умови забезпечення ефективного

Ив. № подл.	Подп. и дата	Изм. № док.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Ив. № подл.	Изм. № док.	Подп.	Дата	Лист
	Лист								
ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ									31
Копировал									Формат А4

$$l_K = \frac{wh_{II}}{w'_0 \eta} \quad (2.93)$$

де w - лінійна швидкість руху рідини в криволінійних каналах
 w'_0 - середня швидкість стисненого осадження крапель води,
 $w'_0 = 0,8 \cdot 10^{-3}$ м/с
 η - ступінь розділення (ефективність сепарації)

$$w = \frac{V_{CM}}{\varphi S_K} \quad (2.94)$$

де φ - живий перетин відбійної насадки (для жалюзійних пакетів $\varphi = 0,9$ [20])
 S_K - прохідний перетин течії в рамі секції коалесценції та відстію.

$$S_K = bh_2 - 2 \cdot \frac{b}{4} \cdot (h_2 - h_1) \quad (2.95)$$

$$S_K = 2,2 \cdot 2 - 2 \cdot \frac{2,2}{4} \cdot (2,2 - 1,5) = 3,85 \text{ м}^2$$

$$w = \frac{0,044}{0,9 \cdot 3,85} = 12,6 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$$

Згідно до завдання на курсовий проект, вміст води в нафті на виході з апарата повинен бути не більше $X_K \leq 0,5\%$ мас., отже в апараті необхідно забезпечити ефективність сепарації не менше $\eta \geq 99,5\%$

$$l_K = \frac{12,6 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02}{0,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,995} = 0,316 \text{ м}$$

Товщина пакетів пластичної насадки, також може бути визначена з розрахованого необхідного об'єму, коалесційної насадки:

$$l_K = \frac{V_K}{0,649 \cdot D^2} = \frac{2,22}{0,649 \cdot 2,8^2} = 0,436 \text{ м} \quad (2.96)$$

приймаємо $l_K = 450$ мм

Розрахунок коалесційних насадкових пакетів Stokes-Пак™.

$$V_K = k \frac{C_1 V_{CM} h_{II} \mu_H}{(\rho_{H_2O} - \rho_H) d^2} \quad (2.97)$$

Підп. и дата	
Инв. № діляк	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

де C_1 - коефіцієнт, який залежить від типу насадки ($C_1=312$ [20])

$$V_K = 2,83 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{312 \cdot 0,044 \cdot 0,02 \cdot 5,48 \cdot 10^{-3}}{(988-827) \cdot (25 \cdot 10^{-6})^2} = 4,23 \text{ м}^3$$

Товщина пакетів пластичної насадки знаходимо за формулою (2.96)

$$l_K = \frac{4,23}{0,649 \cdot 2,8^2} = 0,831 \text{ м}$$

приймаємо $l_K=800$ мм

Розрахункова довжина секції коалесценції та відстію становить

$$L_0 = n(2l_E + l_K) + L_{\min} \quad (2.98)$$

$$L_0 = 2 \cdot (2 \cdot 0,2 + 0,450) + 3 \cdot (2 \cdot 0,2 + 0,8) + 6,86 = 12,16 \text{ м}$$

Загальна довжина корпусу апарата

$$L = l_T + L_0 = 11 + 12,16 = 23,16 \text{ м} \quad (2.99)$$

Розрахунок пристроїв для уловлювання бризок та сепарації побічного нафтового газу.

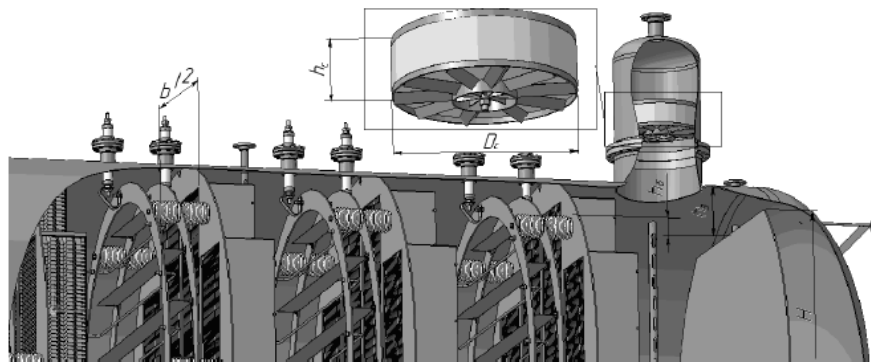


Рисунок 2.6 – Розрахункова схема пристроїв для уловлювання бризок та сепарації побічного нафтового газу

Швидкість газу в зоні відстію без відбійних насадок визначається з рівняння витрати [11]

$$w = \frac{V_{\text{ПНГ}}}{S_3} \quad (2.100)$$

$$w = \frac{0,023}{0,32} = 0,0718 \text{ м/с} < 0,81 \div 1,61 \text{ м/с}$$

Швидкість газу в верхніх пакетах відбійної пластичної насадки типу

Підп. и дата	Инв. № д/д	Взам. инв. №	Підп. и дата	Инв. № подл.	ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ					Лист
										33
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Копировал					Формат
										A4

Plate-Pak™ та листової насадки типу Stokes- Pak™. Дійсна швидкість газу в верхніх пакетах відбійної пластичної насадки типу Plate-Pak™ та листової насадки типу Stokes- Pak™ не перевищує допустиме значення:

$$w_r = \frac{V_{\text{ПНГ}}}{\phi S_{\text{КЗ}}} \quad (2.101)$$

де $S_{\text{КЗ}}$ - прохідний перетин течії в рамі секції коалесценції та відстію, вище рівня розподілу фаз газ-рідина.

$$S_{\text{КЗ}} = \frac{b}{2} h_B = \frac{2,2}{2} \cdot 0,1 = 0,11 \text{ м}^2 \quad (2.102)$$

$$w_r = \frac{0,023}{0,9 \cdot 0,11} = 0,23 \text{ м/с} < 0,57 \div 1,08 \text{ м/с}$$

Необхідна розрахункова площа тумановловлювача визначається за значенням критичної швидкості газу в горизонтальній сітчастій відбійній насадці:

$$F_C = \frac{V_{\text{ПНГ}}}{w_r} \quad (2.103)$$

де w_r - швидкість газу в горизонтальній сітчастій відбійній насадці

$$w_r = 0,75 \div 0,8 w_{\text{кр}} \quad (2.104)$$

$$w_r = 0,75 \div 0,8 \cdot 1,77 = 1,33 \div 1,42 \text{ м/с}$$

$$F_C = \frac{0,023}{1,4} = 0,0164 \text{ м}^2$$

Діаметр сітчастого тумановловлювача

$$D = \sqrt{\frac{4F_C}{\pi\phi}} \quad (2.105)$$

де ϕ - живий перетин сітчастого відбійника ($\phi = 0,98$ [3])

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0164}{3,14 \cdot 0,98}} = 0,146 \text{ м}^2$$

Приймаємо діаметр відбійника 400 мм згідно до АТК 24.202.12-90.

2.4 Гідравлічний опір апарата

Гідравлічний опір сепараційних елементів пропорційний кінетичному

Підп. и дата	
Инв. № дѣла	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

напору [16]

$$\Delta P = \xi \frac{w^2 \rho}{2} \quad (2.106)$$

де ξ - коефіцієнт гідравлічного опору (для жалюзійних відбійників $\xi \geq 400$, для сітчастих відбійників $\xi = 70$ [16])

Гідравлічний опір однієї секції бризковловлювача (пакет відбійної пластичної насадки типу Plate-PakTM або листової насадки типу Stokes-PakTM)

$$\Delta P'_1 = 400 \cdot \frac{1,06^2 \cdot 4,55}{2} = 1023 \text{ Па}$$

Для попередньої оцінки та передбачення ефективності сепарації η , %, окремої ступені бризкоуловлювача жалюзійних блоків насадки можливо використовувати емпіричну залежність [16]

$$\begin{aligned} \eta &= 2,05 \cdot \ln(\Delta P) + 68,8 \\ \eta &= 2,05 \cdot \ln(1023) + 68,8 = 75 \% \end{aligned} \quad (2.107)$$

Гідравлічний опір усіх секцій бризковловлювача

$$\Delta P_1 = n \Delta P'_1 = 5 \cdot 1023 = 5115 \text{ Па} \quad (2.108)$$

В результаті досліджень гідравлічного опору зволжених сітчастих газосепараторів з врахуванням утримуваної рідини в нижній частині пакету встановлено, що гідравлічний опір змочених сітчастих відбійників в 1,5÷2 рази вище, ніж сухих [21]

$$\Delta P_2 = (1,5 \div 2) \cdot 70 \cdot \frac{1,4^2 \cdot 4,55}{2} = 468 \div 624 \text{ Па} \quad (2.109)$$

2.5 Вибір допоміжного обладнання

У якості додаткового обладнання використовується вихровий сепаратор, розрахуємо його основні габаритні розміри виходячи с продуктивності по газовій фазі підігрівача-деемультатора.

Робочий тиск і температура дорівнюють тиску і температурі в апараті.

Умовна швидкість газу у сепараторі, розраховуються залежність [3]

$$w_r = k \cdot \left(\frac{\sigma_n (\rho_H - \rho_\Gamma)}{2 \rho_\Gamma} \right)^{0,25} \quad (2.110)$$

де $k=0,5$ - коефіцієнт, що враховує пропускну здатність в сепараторах з відбійними насадками та залежить від ступені сепарації газу

Підп. и дата	
Инв. № д/дл	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

Лист
35

$$w_r = 0,5 \cdot \left(\frac{26 \cdot (827 - 4,55)}{4,55^2} \right)^{0,25} = 2,84 \text{ м/с}$$

Розраховане значення швидкості газу знаходиться в рекомендованому діапазоні оптимальних значень умовних швидкостей для даних сепараторів [11]

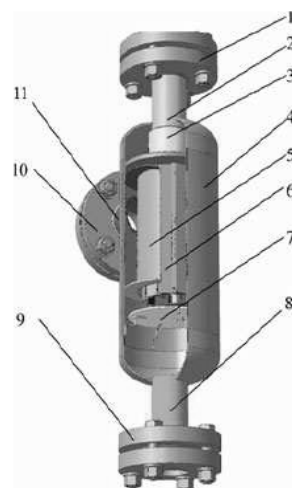


Рисунок 2.7 – Конструкція вихрового сепаратора:
1, 9, 11, - фланці; 2 - вихідний патрубок; 3 - конфузор; 4 - корпус;
5 - дефлектор; 6 - сепараційний пакет; 7 - днище; 8 зливний патрубок для рідини; 10 - вхідний газовий патрубок.

Необхідна розрахункова площа перетину сепаратора

$$F_c = \frac{V_r}{w_r} = \frac{0,046}{2,84} = 0,016 \text{ м}^2 \quad (2.111)$$

Діаметр сепаратора

$$D = \sqrt{\frac{4F_c}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,016}{3,14}} = 0,143 \text{ м} \quad (2.112)$$

Даний сепаратор має наступні технічні характеристики: максимальна продуктивність по газу 4,0 м³/хв; робочий тиск до 0,8 МПа, ступінь сепарації 99,9%; гідравлічний опір до 1,0 кПа. Конструкція даного сепаратора може мати ємність для збору рідини як у нижній частині корпусу (найбільш ефективно при значних значеннях діаметру корпусу сепаратора), так і окремо від корпусу.

Підп. і дата	
Інв. № діляк	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

3 Розрахунки на міцність та герметичність

3.1 Визначення товщини стінки апарата

3.1.1 Обичайка

Розрахункова товщина стінки обичайки знаходиться за формулою [22]

$$s_p = \frac{P \cdot D_{вн}}{2 \cdot [\sigma] \cdot \phi - P} \quad (3.1)$$

де ϕ - коефіцієнт міцності зварного шва
 $[\sigma]$ - допустима напруга

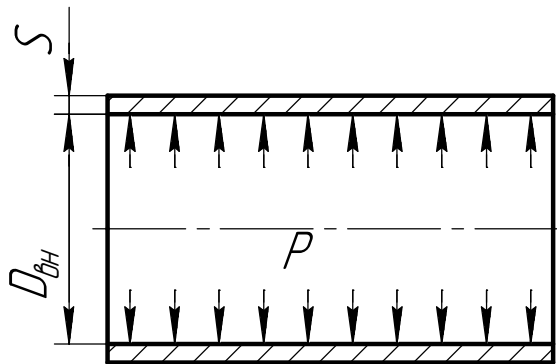


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема обичайки

Знаходимо тиск в умовах гідравлічних випробувань [22]

$$P_{пр} = 1,25 \cdot P \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} \quad (3.2)$$

$$P_{пр} = 1,25 \cdot 0,4 \cdot \frac{196}{188,87} = 0,52 \text{ МПа}$$

Приймаємо $P_{пр} = 1 \text{ МПа}$

Допустимі напруження в умовах гідравлічних випробувань визначається за формулою [22]

$$[\sigma]_и = \frac{\sigma_T}{1,1} = \frac{300}{1,1} = 273 \text{ МПа} \quad (3.3)$$

Товщина стінки обичайки в робочих умовах

$$s_p = \frac{0,4 \cdot 2800}{2 \cdot 188,87 \cdot 0,9 \cdot 0,4} = 3,3 \text{ мм}$$

Товщина стінки обичайки в умовах гідравлічних випробувань

Підп. и дата										
Инв. № дѳл.										
Взам. инв. №										
Підп. и дата										
Инв. № подл.										
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ					Лист
										37

$$s_p = \frac{1 \cdot 2800}{2 \cdot 273 \cdot 0,9 - 1} = 5,7 \text{ мм}$$

З отриманих значень вибираємо найбільше $s_p = 5,7 \text{ мм}$
Визначаємо додаток до розрахункової товщини [22]

$$c = c_1 + c_2 + c_3 \quad (3.4)$$

де c_1 - надбавка для компенсації корозії, $c_1 = 3 \text{ мм}$
 c_2 - надбавка, яка враховує мінусове граничне відхилення на товщину листа, $c_2 = 0,8 \text{ мм}$
 c_3 - технологічна надбавка, $c_3 = 0$

$$c = 3 + 0,8 + 0 = 3,8 \text{ мм}$$

Товщина стінки

$$S = S_p + c \quad (3.5)$$

$$S = 5,7 + 3,8 = 9,5 \text{ мм}$$

Приймаємо $S = 14 \text{ мм}$
Допустимий внутрішній надлишковий тиск [22]

$$[P] = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi \cdot (S - c)}{D_{вн} + (S - c)} \quad (3.6)$$

Надлишковий тиск в робочих умовах

$$[P] = \frac{2 \cdot 188,87 \cdot 0,9 \cdot (14 - 3,8)}{2800 + (14 - 3,8)} = 1,273 \text{ МПа}$$

$P \leq [P]$; $0,4 \leq 1,23$ - умова виконується
Надлишковий тиск в умовах гідравлічних випробувань

$$[P]_{пр} = \frac{2 \cdot 273 \cdot 0,9 \cdot (14 - 3,8)}{2800 + (14 - 3,8)} = 1,78 \text{ МПа}$$

$P_{пр} \leq [P]_{пр}$; $1 \leq 1,78$ - умова виконується

Так як умови виконуються, то обрана товщина стінки обичайки задовольняє умові міцності апарату в робочих умовах і в умовах гідравлічних випробувань.

3.1.2 Днище

Розрахункова товщина стінки днища знаходиться за формулою [22]

Підп. і дата	Інв. № діляк	Взам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № подл.	Лист
ПОХІВ. УПН. 00.00.00ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	38

$$s_p = \frac{P \cdot R}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi \cdot 0,5 \cdot P} \quad (3.7)$$

де φ - коефіцієнт міцності зварного шва
 $[\sigma]$ - допустима напруга
 R - радіус, для еліптичних днищ $R = D_{вн}$

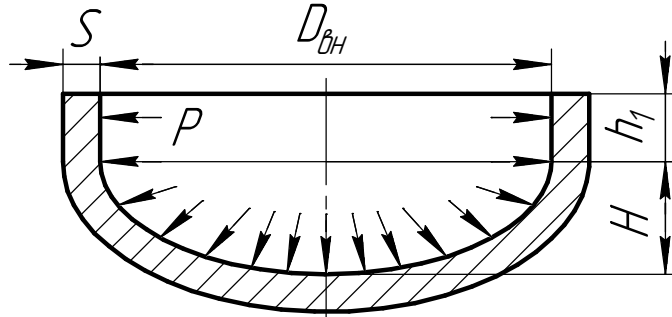


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема днища

Товщина стінки обичайки в робочих умовах

$$s_p = \frac{0,4 \cdot 2800}{2 \cdot 188,87 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot 0,4} = 3,29 \text{ мм}$$

Товщина стінки обичайки в умовах гідравлічних випробувань

$$s_p = \frac{1 \cdot 2800}{2 \cdot 273 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot 1} = 5,7 \text{ мм}$$

З отриманих значень вибираємо найбільше $s_p = 5,7$ мм

Визначаємо додаток до розрахункової товщини (формула 3.4)

c_1 - надбавка для компенсації корозії, $c_1 = 3$ мм

c_2 - надбавка, яка враховує мінусове граничне відхилення на товщину листа, $c_2 = 0,8$ мм

c_3 - технологічна надбавка, $c_3 = 0$

$$c = 3 + 0,8 + 0 = 3,8 \text{ мм}$$

Товщина стінки (формула 3.5)

$$S = 5,7 + 3,8 = 9,5 \text{ мм}$$

Приймаємо $S = 14$ мм

Допустимий внутрішній надлишковий тиск [22]

$$[P] = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi \cdot (S - c)}{R + 0,5 \cdot (S - c)} \quad (3.8)$$

Підп. і дата										
Інв. № діляк										
Взам. інв. №										
Підп. і дата										
Інв. № подл.										
Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ПОХІВ.УПН.00.00.00ПЗ					Лист
										39

Надлишковий тискв робочих умовах

$$[P] = \frac{2 \cdot 188,87 \cdot 0,9 \cdot (14-3,8)}{2800+0,5 \cdot (14-3,8)} = 1,24 \text{ МПа}$$

$P \leq [P]$; $0,4 \leq 1,24$ - умова виконується

Надлишковий тиск в умовах гідравлічних випробувань

$$[P]_{\text{пр}} = \frac{2 \cdot 273 \cdot 0,9 \cdot (14-3,8)}{2800+0,5 \cdot (14-3,8)} = 1,79 \text{ МПа}$$

$P_{\text{пр}} \leq [P]_{\text{пр}}$; $1 \leq 1,79$ - умова виконується

Так як умови виконуються, то обрана товщина стінки днища задовольняє умові міцності апарату в робочих умовах і в умовах гідравлічних випробувань.

3.2 Розрахунок фланцевого з'єднання

Оскільки апарат цільнозварний то розраховуємо з'єднання арматурного фланця найбільшого діаметру, кришка люка $D_y = 450 \text{ мм}$.

Для розрахунку розрахунку фланцевого з'єднання використовувався програмний комплекс "Пассат". Результати розрахунку наведені в тодатку А.

3.3 Розрахунок опори апарата

Сила ваги апарата

$$G = G_M + G_{\text{сер}} \quad (3.9)$$

де G_M - сила ваги кокструкції

$G_{\text{сер}}$ - сила ваги середовища

$$G_M = G_{\text{об}} + 2 \cdot G_{\text{дн}} \quad (3.10)$$

де $G_{\text{об}}$ - сила ваги обичайки

$G_{\text{дн}}$ - сила ваги днища

$$G_{\text{об}} = \pi \cdot (D_B + s) \cdot s \cdot L \cdot g \cdot \rho_c \quad (3.11)$$

$$G_{\text{об}} = 3,14 \cdot (2,8 + 0,014) \cdot 0,014 \cdot 23,16 \cdot 9,81 \cdot 7850 = 220627 \text{ Н} \approx 220,63 \text{ кН}$$

$$G_{\text{дн}} = F_{\text{дн}} \cdot s \cdot g \cdot \rho_c \quad (3.12)$$

Инд. № подл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ	Лист
								40
Взам. инв. №	Инд. № дробл.	Копировал						Формат
Инд. № дробл.	Подп. и дата	А4						

$$G_{\text{дн}} = 9,03 \cdot 0,014 \cdot 9,81 \cdot 7850 = 9735 \text{ Н} \approx 9,74 \text{ кН}$$

Сила ваги конструкції

$$G_{\text{м}} = 220,63 + 2 \cdot 9,74 = 240,11 \text{ кН}$$

Сила ваги середовища

$$G_{\text{сер}} = (V_{\text{об}} + 2 \cdot V_{\text{дн}}) \cdot g \cdot \rho_{\text{сер}} \quad (3.13)$$

$$G_{\text{сер}} = (0,785 \cdot 2,8^2 + 2 \cdot 3,23) \cdot 9,81 \cdot 1000 = 123747 \text{ Н} \approx 123,75 \text{ кН}$$

Сила ваги апарата

$$G = 240,11 + 123,75 = 363,86 \text{ кН}$$

Реакція опори визначається, враховуючи максимальну силу тяжіння апарату.[23]

$$Q_{\text{max}} = 0,5G_{\text{max}} \quad (3.14)$$

$$Q_{\text{max}} = 0,5 \cdot 363,86 = 181,93 \text{ кН}$$

Вибираємо опору 400-1416-1-|| ОСТ 26-1265-75 [23]
Горизонтальна сила[23]

$$P_1 = K_{18} Q_{\text{max}} \quad (3.15)$$

де K_{18} - коефіцієнт, що визначається за рис 14.21 [23]

$$P_1 = 0,24 \cdot 181,93 = 43,66 \text{ кН}$$

Горизонтальна сила тертя[23]

$$P_2 = 0,15 Q_{\text{max}} \quad (3.16)$$

$$P_2 = 0,15 \cdot 181,93 = 27,23 \text{ кН}$$

Площа опорної плити береться конструктивно і повинна задовільнити умову [23]

$$F_{\text{нР}} = \frac{Q_{\text{max}}}{[\sigma_{\text{бет}}]} \quad (3.17)$$

де $[\sigma_{\text{бет}}]$ - допустимі напруження стиснення бетону фундаменту беруть залежно від марки бетону

Беремо $[\sigma_{\text{бет}}] = 6 \text{ МПа}$ - для бетону марки 200

Инв. № подл.	Подп. и дата					Лист 41
	Инв. № дробл.					
Взам. инв. №	Инв. № дробл.					Лист 41
	Подп. и дата					
Инв. № подл.	Подп. и дата					Лист 41
	Инв. № дробл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ	
Копировал						Формат А4

Розрахункова площа опорної плити дорівнює[23]

$$F_{нR} = \frac{181,93 \cdot 10^{-3}}{6} = 0,030 \text{ м}^2$$

Беремо розміри плити згідно з ОСТ 26-1265-75 таб 14.6 [23]

$L_1 = 2480$ мм - довжина опорної плити

$B_1 = 400$ мм - ширина опорної плити

Тоді фактична площа опорної плити[23]

$$F_{н} = L_1 \cdot B_1 = 2,480 \cdot 0,4 = 0,992 \text{ м}^2 \quad (3.18)$$

$$F_{н} = 0,992 > F_{нR} = 0,030 \text{ м}^2$$

Умова виконана

За умови $F_{н} > F_{нR}$ напруження стиснення бетону визначається за формулою[22]

$$\sigma_{бет} = [\sigma_{бет}] \cdot \frac{F_{нR}}{F_{н}} = 6 \cdot \frac{0,030}{0,992} = 0,18 \text{ МПа} \quad (3.19)$$

Розрахункова товщина опорної плити[23]

$$s_{нR} = 2,45 \cdot b \cdot \sqrt{\frac{K_{19} \cdot \sigma_{бет}}{1,1 \cdot [\sigma_{н}]}} \quad (3.20)$$

де K_{19} - коефіцієнт, що визначається за рис 14.23 [23],

$[\sigma_{н}]$ - допустимі напруження матеріалу опорної плити, $[\sigma_{н}] = 164$ МПа

b - ширина поперечних ребер

$$s_{нR} = 2,45 \cdot 0,3 \cdot \sqrt{\frac{0,35 \cdot 0,18}{1,1 \cdot 164}} = 0,014$$

Виконавча товщина опорної плити[23]

$$s_{нR} \geq s_{нR} + c = 14 + 1,5 = 15,5 \text{ мм} \quad (3.21)$$

Беремо $s = 16$ мм

Розрахункова товщина ребра з умови міцності на вигин і розтягування визначається за формулою[23]

$$s_p \geq \frac{42P_1}{1,1[\sigma_{н}]D} = \frac{42 \cdot 43,66 \cdot 10^{-3}}{1,1 \cdot 164 \cdot 2,8} = 0,0036 \text{ м} \quad (3.22)$$

Инд. № подл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ	Лист
								42
Взам. инв. №	Инд. № дробл.	Копировал						Формат
							А4	

Товщину ребер перевіряють на стійкість від дії навантаження.[23]

$$q=1,2 \frac{Q_{\max}}{l_{\text{заз}}} \quad (3.23)$$

де $l_{\text{заз}}$ - загальна довжина всіх ребер[23]

$$l_{\text{заз}}=a \cdot (m-1)+2bm=0,615 \cdot (3-1)+2 \cdot 0,3 \cdot 3=3,03 \text{ м} \quad (3.24)$$

$$q=1,2 \cdot \frac{43,66 \cdot 10^{-3}}{3,03}=0,014 \text{ МН/м}$$

Розрахункова товщина ребер з умови стійкості[23]

$$s_{\text{pR}} \geq \frac{q}{[\sigma_{\text{кр}}]} \quad (3.25)$$

де $[\sigma_{\text{кр}}]$ - допустиме напруження на стійкість беруть з умови [23]

$$[\sigma_{\text{кр}}]=\min \left\{ \frac{\sigma_{\text{T}}}{3}; \frac{\sigma_{\text{кр}}}{5} \right\} \quad (3.26)$$

Критичне напруження знаходять за формулою [23]

$$\sigma_{\text{кр}}=3,6 \cdot E \cdot \left(\frac{s_{\text{pR}}}{h_2} \right)^2 \quad (3.37)$$

де h_2 - висота крайнього зовнішнього ребра

$$\sigma_{\text{кр}}=3,6 \cdot 1,80 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{0,0036}{0,8} \right)^2=13,12 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_{\text{кр}}]=\min \left\{ \frac{246}{3}=82,1; \frac{13,12}{5}=2,62 \right\}=2,62 \text{ МПа}$$

$$s_{\text{pR}} \geq \frac{0,014}{2,62}=0,0053 \text{ м}$$

що менше взятого значення

Умова міцності опори при дії сили, що вигинає[23]

$$\sigma=\frac{P_2 h_1}{W} < \varphi[\sigma] \quad (3.38)$$

у разі привареної опори[23]

Підп. і дата						<i>ПОХІВ.УПН.00.00.00ПЗ</i>	Лист
Інв. № діля							43
Взам. інв. №							
Підп. і дата							
Інв. № подл.							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

$$\sigma = \frac{0,5P_2(h_1+h_2)}{W} < \varphi[\sigma] \quad (3.39)$$

де W - момент опору

$$W = 2 \cdot \frac{s_p \cdot B^2}{6} + \frac{s_p \cdot B^2 + (1-s_p)B^3}{6B} \quad (3.40)$$

$$W = 2 \cdot \frac{0,0036 \cdot 0,3^2}{6} + \frac{0,0036 \cdot 0,3^2 + (2,46 - 0,0036) \cdot 0,3^3}{6 \cdot 0,3} = 0,037 \text{ м}$$

Тоді умова міцності опори набирає вигляду

$$\sigma = \frac{27,23 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2}{0,037} = 0,15 \text{ МПа}$$

у разі привареної опори

$$\sigma = \frac{0,5 \cdot 23 \cdot 10^{-3} \cdot (0,2 + 0,8)}{0,037} = 0,37 \text{ МПа}$$

$$\varphi[\sigma] = 0,9 \cdot 164 = 148 \text{ МПа}$$

Умова виконана

Остаточню беремо опору Опора 400-1416-1-|| ОСТ 26-1265-75

Підп. и дата		Інв. № діляк		Взам. інв. №		Підп. и дата		Інв. № подл.	
<i>ПОХІВ. УПН. 00.00.00ПЗ</i>									Лист
Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата					44

4 Монтаж і ремонт апарата

4.1 Монтаж апарата

Основним способом при монтажі горизонтальних апаратів останнім часом є монтаж цілими блоками, що включають сам апарат, раму, і арматуру. Монтажними організаціями розроблений цілий комплекс таких блоків. Найбільш раціонально виготовляти такі блоки на заводах і доставляти їх безпосередньо на монтажний майданчик.

Вибір засобів монтажу і методів залежить від маси, довжини та діаметра апарата, від місця їх розташування. Горизонтальні апарати монтують на відкритих майданчиках, а також розташованих під перекриттям або в закритих приміщеннях. При цьому апарати монтують на першому, другому і третьому поверхах.

При монтажі горизонтальних апаратів великої довжини за допомогою двох кранів однакової вантажопідйомності необхідно строповку здійснювати відносно центру ваги так, щоб навантаження на крани була однакова. Якщо ж крани мають різну вантажопідйомність, то навантаження на крани повинні бути пропорційні їх вантажопідйомності. Слід зазначити, що через значні довжин апаратів, що досягають 15 м, неможливо застосовувати балансири траверси.

При наявності кранів, вантажопідйомність яких на необхідному вильоті крюка більше маси апарату, апарат піднімають одним краном. При цьому кран встановлюють так, щоб можна було монтувати апарат при можливо меншому вильоті гака. Розташування кранів слід вибирати з умов необхідного розміщення апаратів. При виборі розташування кранів потрібно враховувати місце установки та складування апаратів до установки. У основі вибору місць розташування крана і складування апаратів має бути умова мінімального числа переміщень крана і стріли в процесі установки

На рис. 4.1 а) показана схема, по якій кран встановлюють між опорами. Для монтажу кожного з наступних апаратів досить перемістити кран на крок установки апаратів. Крім того, в процесі установки після підйому немає потреби в зміні вильоту гака з піднятим апаратом. На рис. 4.1 б) показана схема, по якій кран встановлюють поза естакади. В цьому випадку для установки кожного апарату кран також переміщається на один крок. При підйомі апаратів значної довжини L_a (більше 6 м) використовують траверси. При цьому кінці траверси слід стропити так, щоб точка кріпл-ня гака траверси проходила через центр ваги апарату, в іншому випадку апарат не зберігає горизонтальне положення.

Підп. і дата	
Інв. № діляч.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Ізм.	Лист	№ док.ум.	Підп.	Дата
------	------	-----------	-------	------

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

Лист
45

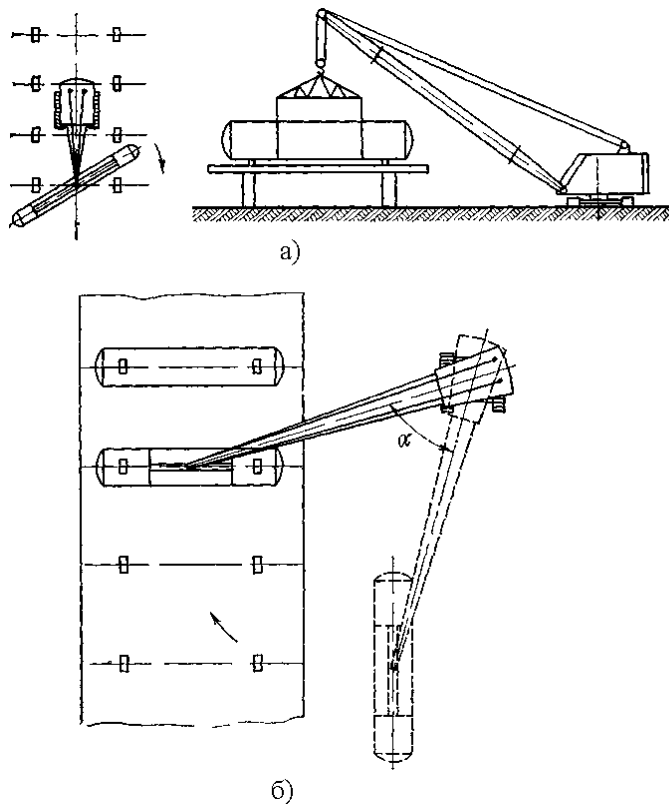


Рисунок 4.1 – Схема установки горизонтальных аппаратов на эстакады

Апараты піднімають двома кранами, якщо немає крана необхідної вантажопідйомності. При роботі двома кранами швидкості підйому можуть бути різними, тому треба стежити за тим, щоб не відбувалося перевантаження крана більше допустимої. При підйомі горизонтальних апаратів довжина траверс завжди більше, ніж при підйомі вертикальних. Тому кут нахилу α траверси слід вибирати з умов перевантаження кранів, не забуваючи при цьому про те, що при значному куті нахилу ускладнюється можливість установки апарату на фундамент (апарат може пошкодити край фундаменту).

При підйомі необхідно кран з більшою вантажопідйомністю встановлювати на тому кінці апарату, до якого ближче центр ваги.

Для монтажу кранами найкраще використовувати один кран, так як при монтажі двома кранами число робітників, які обслуговують крани, збільшується в 1,5-1,6 рази. Робота двома кранами складніше, вимагає постійного спостереження, що запобігає перевантаження одного з кранів. При цьому необхідно, щоб крани працювали маневренно і синхронно, особливо при установці апарату в проекное положення. [24]

4.2 Ремонт апарата

Горизонтальні сепаратори схожі на апарати ємнісного типу і мають схожі особливості ремонту. Для даного типу апаратів характерне пошкодження цілостності і форми. Участки поверхності апарата і зварні шви на яких є тріщини перевіряють гасом для того щоб, визнати їх форму і розміри.

Для того щоб ненаскрізні тріщини не поширювалися на їх кінцях

Підп. и дата	
Инв. № дробл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

Лист
46

висвердлюють отвори діаметром 10-15 мм.

Тріщини глибиною менше половини товщини стінки вирубують зубилом до чистого металу і заварюють.

Наскрізні тріщини і тріжини глибиною більше половини товщини листа обробляється на всю товщину металу вирубкою зубилом або газовим різакком.

Усастки з широкими тріщинами та назкрізною іржею реморнуються шляхом вирізки металу і приварюванні заплат. При товщині металу до 6 мм заплата приварюється в нахлест, величина нахлесту повинна 30-40 мм. При товщині металу більше 6 мм заплати рекомендується приварювати встик з двох сторін. Розмір заплати повинет бути не менше 200x150 мм и не більше 1/3 площі ремонтуемого листа апарата

Невеликі вм'ятини і випуклості вирізаються і на їх місце установлюються заплати [25]

Инд. № подл.	Подп. и дата	Инд. № дѣла	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дѣла	Подп. и дата	Инд. № подл.	Подп. и дата	<i>ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						47

5 Охорона праці

Нормування і розрахунок природного освітлення

Природне освітлення в будь-якій точці приміщення характеризується коефіцієнтом природного освітлення (КПО). КПО є вираженим у відсотках відношенням освітленості, яка створюється в деякій точці приміщення світлом неба, до одночасної освітленості точки, що знаходиться зовні приміщення на відкритому просторі і яка освітлюється розсіяним світлом всього небосхилу. Аналітично КЕО виражається формулою

$$KEO = \frac{E_{BH}}{E_3} \quad (5.1)$$

де E_{BH} - освітленість усередині приміщення, лк;

E_3 - освітленість зовнішня на горизонтальній поверхні, лк.

Отже, КПО показує, яку частку від одночасної горизонтальної освітленості на відкритому просторі при дифузному світлі небосхилу складає освітленість в даній точці приміщення.

Відповідно до СНІП II-4-79 нормоване значення КПО - для будівель, розміщених в I, II, IV, V поясах світлового клімату, визначається за формулою

$$e_n^{I,II,IV,V} = e^{III} \cdot m \cdot c \quad (5.2)$$

де e^{III} - значення КПО, що визначається за СНІП залежно від характеристики зорової роботи; коливається від 10% до 0/1% відповідно для I-VIII розрядів зорової роботи;

m - коефіцієнт світлового клімату, визначається в залежності від географічного району розташування будівлі (для V поясу - 0,8; для I поясу - 1,2) (місто Суми знаходиться в IV світловому поясі, як і майже вся Україна, для якого $m = 0.9$);

c - коефіцієнт сонячності клімату, визначається за таблицею в залежності від орієнтації вікон будівлі відносно сторін горизонту і географічного району розташування будівлі на території країни, можливі значення лежать в межах 0,65- 1,0.

Основні санітарні вимоги до проектування і улаштування природного освітлення:

1 У всіх будівлях повинні бути вжиті заходи до максимального використання природного освітлення.

2 Доцільно вбудувати одне велике вікно, ніж декілька невеликих тієї самої сумарної площі.

3 Вікна повинні розміщуватися на однаковій відстані один від одного і від кутів будівлі (відстань між вікнами не повинна перевищувати двократної ширини вікна).

4 Верхній край вікна повинен розміщуватися по можливості ближче до

Підп. і дата	Інв. № діляк	Взам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № подл.	Лист
ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	48

стелі.

5 Світло повинне падати на робоче місце з лівого боку.

Нормування і розрахунок штучного освітлення

В СНиП 11-4-79 записано, що при улаштуванні штучного освітлення необхідно намагатися використовувати газорозрядні лампи. За неможливості або економічної доцільності можна, як виняток, застосувати лампи розжарювання.

Джерела світла штучного освітлення характеризуються:

- 1) напругою живлення, споживаною потужністю;
- 2) економічними характеристиками (термін служби в годинах, світловіддачею);
- 3) світлотехнічною характеристикою (загальний світловий потік);
- 4) конструкційними характеристиками (розміри ламп, форма і розміри цоколя).

Вимірювання освітленості здійснюється люксометром типу Ю-16, Ю-17, Ю-117.

Люксометр складається з селенового фотоелемента і стрілкового гальванометра, який градуирований, Лк.

Принцип роботи - під дією світла у фотоелементі (селенова пластинка) виникає фотострум, який вимірюється гальванометром.

Допускається відхилення фактичної освітленості від нормованої в нижню сторону не більше, ніж на 10%.

Збільшення освітленості (в порівнянні з нормами) до будь-кого практично досяжної величини - бажано. Обмежує в першу чергу перевитрату електроенергії і вартість освітлювальної техніки.

При проектуванні штучного освітлення допускається перевищення фактичної освітленості над нормованою не більше ніж на 20%.

Вимоги до улаштування штучного виробничого освітлення

1 Освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру виконуваної роботи.

Згідно з СНиП II-4-79 всі роботи за зоровими умовами підрозділяються на 8 розрядів у залежності від розміру об'єкта розпізнання:

I - розмір об'єкта розпізнання менше 0,15 мм;

VIII - загальний нагляд за ходом технологічного процесу.

2 Створення рівномірного розподілу яскравості на робочій поверхні за рахунок вибору відповідної системи освітлення і типу світильників.

3 Оптимальна спрямованість світлового потоку.

4 Рівномірна освітленість в часі. Спеціальне включення газорозрядних ламп.

5 Необхідний спектральний склад випромінювань.

6 Зведення до мінімуму чинників: тепловиділень, випромінювання, шуму, зменшення вибухової небезпеки, пожежної і електронезбезпеки.

7 Зручність і надійність експлуатації.

Попл. и дата					
Инв. № дѣла					
Взам. инв. №					
Попл. и дата					
Инв. № подл.					
ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					49

Існують декілька методів розрахунку штучного освітлення:

- 1) 1 за методом коефіцієнта використання світлового потоку;
- 2) розрахунок точковим методом;
- 3) розрахунок методом питомої потужності. Метод наближений, пов'язує необхідну потужність системи освітлення і площу приміщення (інспекторський). Існують таблиці, де від розряду зорової роботи подається необхідне значення питомої потужності, яку повинна забезпечити система освітлення Вт/м².

Розрахунок за методом коефіцієнта використання світлового потоку:

$$F_{л} = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{\eta \cdot N \cdot n} \quad (5\wedge.3)$$

де $F_{л}$ - необхідний розрахунковий світловий потік однієї лампи для забезпечення освітленості E_{\min} , яку вимагає СНиП. Необхідна мінімальна освітленість береться за СНиП. Вона залежить від розряду та підрозряду зорової роботи, виду джерела світла та системи освітлення, лк;

S - площа підлоги, м²;

K_3 - коефіцієнт запасу ($K_3 = 1,5 - 2$);

Z - коефіцієнт, що враховує нерівномірність освітлення (відношення середньої освітленості до мінімальної), для ламп розжарювання $Z=1,15$, для люмінесцентних ламп $Z=1,1$;

η - коефіцієнт використання світлового потоку світильника в частках одиниці (від 0,2 до 0,8), він залежить від:

- а) типу світильника;
- б) коефіцієнта віддзеркалення стелі, стін і робочої поверхні;
- в) індексу приміщення I :

$$I = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A+B)} \quad (5.4)$$

де A та B - довжина та ширина приміщення;

h_p - висота підвісу світильників над робочою поверхнею;

N - кількість світильників, допускається округлення - 10% + 20%;

n - кількість ламп у світильнику.

Точковий метод розрахунку

$$F_{л} = \frac{1000 E_{\min} \cdot K_3}{\mu \cdot \sum E} \quad (5.5)$$

де $F_{л}$ - необхідний розрахунковий світловий потік однієї лампи, лм;

μ - коефіцієнт, що враховує вплив віддалених джерел світла;

$\sum E$ - сумарна умовна освітленість від найближчих світильників, визначається за графіками просторових ізолюкс.

Підп. і дата	
Інв. № діляч.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

Лист
50

Для кожного типу світильника побудовані графіки просторових ізолюкс.
Точковий метод розрахунку передбачає і другий варіант - пов'язує освітленість і силу світла:

$$E = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos \alpha}{r^2} \quad (5.6)$$

де I_{α} - сила світла в напрямі від джерела на дану точку робочої поверхні, кд;
 r - відстань від світильника до розрахункової точки, м;
 α - кут між нормаллю до робочої поверхні і напрямом світлового потоку від джерела світла.

Розрахунок освітленості від світлових рядів застосовується при розрахунку освітленості від рядів газорозрядних ламп.

Розрахункова формула має вигляд:

$$\Phi' = \frac{1000 \cdot E \cdot K \cdot h_p}{\mu \cdot \sum E} \quad (5.7)$$

де Φ' - необхідна густина світлового потоку світлового ряду, лм/м;
 E - мінімальна освітленість за СНиП, лк;
 K - коефіцієнт запасу;
 h_p - висота підвісу світильника над робочою поверхнею;
 μ - коефіцієнт, що враховує віддалені джерела світла, можна взяти $\mu=1,1$;
 $\sum E$ - сума умовної освітленості від усіх напіврядів світильників, визначається за графіками лінійних ізолюкс .

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дѣла
Подп. и дата	
Ив. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ

Лист
51

Література

- 1 Сорокин В.Г., Волосникова А.В. Марочник сталей и сплавов. - М. «Машиностроение». 1989 г., 640с.
- 2 Леонтьев С.А. Расчет технологических установок системы сбора и подготовки скважинной продукции / С. А. Леонтьев, Р.М. Галикеев, О. В. Фоминых. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. – 116 с.
- 3 Каспарьянц К. С., Кузин В. И., Григорян Л. Г. Процессы и аппараты для объектов промышленной подготовки нефти газа. – М.: Недра, 1977. -254 с.
- 4 Склабінський В. І. Технологічні основи нафто- та газопереробки Склабінський В. І. Ляпощенко О. О., Артюхов А. Є. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 187 с.
- 5 Ишмурзин А.А., Храмов Р.А. Процессы и оборудование системы сбора и подготовки нефти, газа и воды. – Уфа: УГНТУ 2003. – 144 с.
- 6 Кабиров М.М., Гумеров О.А., Сбор, промышленная подготовка продукции скважин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2003. – 70 с.
- 7 Технологические расчеты установок переработки нефти / Танатаров М. А., Ахметшина М. Н., Фасхутдинов Р. А. и др. – М.: Химия, 1987. – 352 с.
- 8 Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.:Химия, 1989. -576с.
- 9 Кабиров М.М., Гумеров О.А., Сбор, промышленная подготовка продукции скважин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2003. – 70 с.
- 10 Технологические расчеты установок переработки нефти / Танатаров М. А., Ахметшина М. Н., Фасхутдинов Р. А. и др. – М.: Химия, 1987. – 352 с.
- 11 Эмирджанов Р. Т. Лембранский Р.А. Основы технологических расчетов в нефтепереработке и нефтехимии. – М.: Химия, 1898. – 192 с.
- 12 Михеев В.П. Газовое топливо и его сжигание. – М: Недра, 1966. – 328 с.
- 13 Каруш С. А. Расчет газовых горелок. – Томск: ТГАСУ, 2014. – 36 с.
- 14 Логинов В.И. Обезвоживание и обессоливание нефтей. – М.: Химия, 1979. – 216 с., ил.
- 15 Иванов Ю.В. Основы расчета и проектирования газовых горелок. – М: Гостоптехиздат, 1963 – 360 с.
- 16 Гідродинаміка інерційно-фільтруючих сепараційних пристроїв очищення природного газу: дисертація на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук / О. О. Ляпощенко – Суми: СумДУ, 2006. – 152с.
- 17 Байков Н.М., Позднышев Г.Н., Мансуров Р.И. Сбор и промышленная подготовка нефти, газа и воды. – М., Недра, 1981. – 261 с.
- 18 Стоцкий Л. Р., Кочегар котельных на жидком и газообразном топливе. – М.: Недра, 1969. – 384 с.
- 19 Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – 10-е изд., стереотипное, доработанное.
- 20 Liquid-Liquid Coalescer Desing Manual / ACS industries, ACS separations and mass transfer product, LP Houston, Texas, U.S.A
- 21 Ужов В.Н., Мягков Б.И. Очистка промышленных газов фильтрами. –М.: Химия, 1970 – 320 с.
- 22 Методичні вказівки до виконання курсового проекту (роботи) з

Полн. и дата		Инв. № д/д/л		Взам. инв. №		Полн. и дата		Инв. № подл.	
Изм.		Лист		№ докум.		Подп.		Дата	
ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ									
Копировал									
Формат А4									
Лист 52									

дисципліни «Розрахунок і конструювання машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв»/ Укладачі: В.А. Смірнов. В.Я Стороженко. –Суми: Вид-во СумДУ, 2008 — 120 с

23 Лашинский А.А. Конструирование сварных химических аппаратов Справочник. – Л.: Машиностроение, 1981. – 382с.

24 Монтаж технологического оборудования нефтеперерабатывающих заводов / М. И. Гальперин и др. – Москва : Строй-издат, 1982. – 350 с.

25 Ермаков В. И. Технология ремонта химического оборудования / В. И. Ермаков, В. С. Шеин. – Ленинград : Химия, 1977.

26 Охорона праці : конспект лекцій / укладач А. Ф. Денисенко. – Суми : СумДУ, 2007. – Ч. 1. – 128 с.

27 Охорона праці : конспект лекцій / укладач А. Ф. Денисенко. – Суми : СумДУ, 2007. – Ч. 2. – 130 с

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата	ПОХНВ.УПН.00.00.00ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		